

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA

DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC
ACCIDENTS AND VEHICLE ASSESSMENT

ANALÝZA ROZPOZNÁNÍ CHODCE ŘIDIČEM VOZIDLA

ANALYSIS OF PEDESTRIAN RECOGNITION BY THE VEHICLE DRIVER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Šlapal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Pavel Maxera

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Šlapal**
Studijní program: Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Pavel Maxera**
Akademický rok: 2020/21
Ústav: Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza rozpoznání chodce řidičem vozidla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se bude zabývat analýzou okamžiku rozpoznání chodce řidičem motorového vozidla za různých světelných podmínek. Úkolem práce bude na základě vyhodnocení statických měření stanovit vzdálenosti, na které je při různých jízdních situacích a za různých podmínek schopen řidič detekovat, rozpoznat a identifikovat chodce na vozovce.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je důkladná rešerše současného stavu poznání dané problematiky. Dalším cílem práce bude realizace dostatečného počtu statických měření. Na základě vyhodnocení získaných dat bude analyzována vzdálenost, na kterou je schopen řidič detekovat, rozpoznat a identifikovat chodce na vozovce při různých jízdních situacích za různých světelných podmínek. Závěrem budou výsledky vhodným způsobem prezentovány.

Seznam doporučené literatury:

BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1997. ISBN 80-720--4133-9.

SMILEY, A. a G. J. ALEXANDER: Human factors in traffic safety. Third edition. Tucson, Arizona: Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., 2016. ISBN 1933264888.

SHINAR, D.: Traffic safety and human behavior. Bingley: Emerald, 2007. ISBN 978-0-08-045029-2.

ŠIKL, R.: Zrakové vnímání. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.

ŠUCHA, M. a kol: Dopravní psychologie pro praxi: výběr, výcvik a rehabilitace řidičů. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013, 216 s. ISBN 978-80-247-4113-0.

ŠTIKAR, J., ŠMOLÍKOVÁ, J. a J. HOSKOVEC: Psychologie v dopravě. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 275 s. Učební texty (Univerzita Karlova, Filozofická fakulta). ISBN 80-246-0606-2.

KLEDUS, R.; SEMELA, M.; BRADÁČ, A.; VÉMOLA, A.: Metodika znalci; Inovovaná metodika zjišťování dohlednosti na chodce za viditelnosti snížené tmou. Metodika se nachází na Ústavu soudního inženýrství a orgánech, které metodiku certifikovaly. URL: <http://disk1.usi.vutbr.cz/znalci>. (certifikovaná metodika)

KLEDUS, R., SEMELA M. a A. BRADÁČ: Experimental research on the differences in a driver's perception of objects from stationary and moving vehicles. In: International Journal of Forensic Engineering. 2012, vol. 1, issue 2 [cit. 2014-10-13]. DOI: 10.1504/ijfe.2012.050416.

MAXERA, P., KLEDUS, R. a M. SEMELA: Analysis of Drivers' Conduct while Driving over Pedestrian Crossing by Using Eyetracking Method. In Proceedings of International Scientific Conference Modern Safety Technologies in Transportation - MOSATT. 1st edition. Kosice, Slovakia: PERPETIS, s.r.o., 2015. s. 140-146. ISBN: 978-80-971432-2- 0. ISSN: 1338- 5232.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.
vedoucí odboru

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá rozpoznáním chodce řidičem vozidla za různých jízdních a světelných podmínek. Úvodní část se zabývá základními teoretickými poznatky bezpečnosti a opatřeními proti vzniku dopravní nehody mezi chodcem a vozidlem. Stěžejní část bude zaměřena na viditelnost chodců z pohledu řidiče na pozemních komunikacích při snížené viditelnosti, tedy ve tmě. V praktické části budou shrnuty výsledky experimentu za použití zvoleného vozidla a účasti vybraných osob (figurantů). Při realizaci tohoto experimentu bude měřena vzdálenost, na kterou bude schopen řidič detekovat, rozpoznat a identifikovat chodce na zvoleném úseku komunikace tak, aby byl řidič schopen včas a bezpečně zastavit vozidlo, nebo vyhnout se překážce.

Abstract

This diploma thesis deals with vehicle driver's recognition of pedestrian in different driving and light conditions. The introductory part will be devoted to basic theoretical knowledge. The attention is focused on safety measures to prevent accidents between pedestrians and vehicles. The main part will be devoted to the pedestrian's visibility from the driver's point of view during reduced visibility on roads in darkness. The practical part of this work summarizes the results of the experiment using the selected vehicle and chosen participants. During this experiment, the distance necessary for detection, recognition and identification of the pedestrian will be measured, to stop the vehicle safely in time or to avoid an obstacle on the road.

Klíčová slova

Vozidla; chodci; snížená viditelnost; zrakové vnímání; bezpečnost.

Keywords

Vehicles; pedestrians; reduced visibility; visual perception; safety.

Bibliografická citace

ŠLAPAL, David. *Analýza rozpoznání chodce řidičem vozidla*. Brno, 2021. 104 s. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124165>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Ing. Pavel Maxera.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Analýza rozpoznání chodce řidičem vozidla“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č.121/2000Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především své rodině a přátelům za jejich podporu a trpělivost během celého studia. Poděkování patří také vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Pavlu Maxerovi za jeho drahocenný čas a cenné rady v průběhu psaní mé diplomové práce.

OBSAH

OBSAH.....	9
ÚVOD.....	11
CÍL PRÁCE	12
PROBLÉMOVÁ SITUACE	13
ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	17
2.1 Předstřetová fáze	17
2.2 Zrakové vnímání	18
2.2.1 Obecně ke zrakovému vnímání	18
2.2.2 Zrak	20
2.2.3 Světlo.....	22
2.2.4 Rozdíl mezi denním a nočním viděním.....	23
2.3 Detekce, rozpoznání a identifikace	23
2.3.1 Detekce	23
2.3.2 Rozpoznání.....	24
2.3.3 Identifikace	24
2.4 Reakční doba řidiče.....	24
2.5 Brzdná dráha vozidla	25
2.6 Viditelnost	26
2.7 Kritéria ovlivňující možnost spatření chodce	32
2.8 Osvětlovací zařízení automobilů	35
2.8.1 Světlomety vozidel	35
2.8.2 Nastavení světlometů.....	38
2.9 Metody zjišťování dohlednosti na chodce	39
2.10 Shrnutí současného stavu.....	40
NÁVRH A REALIZACE EXPERIMENTU	42
3.1 Obecně k experimentu.....	42
3.2 Příprava staničení.....	43
3.3 Vozidla	43
3.4 Figuranti.....	45
3.5 Řidiči.....	46
3.6 Zkušební trasa	47
3.7 Použitá měřicí technika	47
3.8 Jízdní zkoušky.....	48
PREZENTACE VÝSLEDKŮ	49

4.1	Výsledky měření I – Škoda Octavia	49
4.1.1	<i>Figurant v černém oblečení</i>	49
4.1.2	<i>Figurant v běžném oblečení</i>	55
4.1.3	<i>Figurant s reflexními prvky</i>	62
4.1.4	<i>Shrnutí výsledků měření I</i>	67
4.2	Výsledky měření II – Renault Megane	70
4.2.1	<i>Figurant v černém oblečení</i>	71
4.2.2	<i>Figurant v běžném oblečení</i>	78
4.2.3	<i>Figurant s reflexními prvky</i>	83
4.2.4	<i>Shrnutí výsledků měření II</i>	88
4.3	Shrnutí výsledků.....	91
ZÁVĚR.....		94
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		95
SEZNAM TABULEK.....		99
SEZNAM GRAFŮ		100
SEZNAM OBRÁZKŮ		101
SEZNAM ZKRATEK		103
SEZNAM PŘÍLOH.....		104

ÚVOD

Diplomová práce je zaměřena na zjištění vzdálenosti, na kterou je řidič vozidla schopen detekovat, rozpoznat a identifikovat chodce za podmínek snížené viditelnosti. Svým obsahem spadá řešení této práce do oblasti analýzy dopravních nehod. Zabývá se předstřetovou fází, tedy fází do okamžiku vzniku dopravní nehody. V práci je věnována pozornost opatřením, která vedou ke snížení možnosti vzniku dopravní nehody spadající mezi prvky tzv. aktivní bezpečnosti. Podstatné je, aby se jednotliví účastníci silničního provozu řídili povinnostmi vyplývajícími z právních předpisů. Vzdálenost, na kterou může být chodec spatřen řidičem vozidla při ztížených podmínkách, může hrát důležitou roli při jeho rozhodování a vyhnutí se tak případnému střetu.

Postupným vývojem nových technologií se výrobci a konstruktéři vozidel snaží vyrábět taková vozidla nebo jejich součástky, aby na silnicích zajistili větší bezpečnost a snížili tak riziko dopravních nehod. V případě světlometů vozidel je důležité, aby za snížené viditelnosti dokázaly dostatečně osvětlit jízdní pruh a vytvořily viditelný prostor před vozidlem. Řidič pak s dostatečným předstihem zaznamená překážku nacházející se v prostoru komunikace a může na vzniklou situaci reagovat.

Praktická část diplomové práce bude zaměřena na zjištění vzdáleností, při kterých řidič dokáže zpozorovat překážku. Určení této vzdálenosti závisí na faktorech, které jsou uvedeny a podrobně vysvětleny v teoretické části. Měření vzdáleností bude prováděno v rámci experimentu, při němž bude měřeno, kdy řidič vozidla dokáže spatřit chodce za snížené viditelnosti na zvoleném úseku komunikace. Za těchto podmínek se bude vozidlo pomalu přibližovat k překážce v podobě figuranta nacházejícího se na pravém okraji vozovky ve směru jízdy vozidla. Figuranti budou mít na sobě oblečení různých barev a reflexních prvků. Pomocí měřicích přístrojů a pomůcek budou postupně změřeny vzdálenosti a intenzity osvětlení (na různých částech těla figuranta) v jednotlivých fázích – detekce, rozpoznání a identifikace.

CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je vypracovat rešerši současného stavu dané problematiky. Poté realizovat dostatečný počet statických měření v reálném silničním provozu. Na základě vyhodnocení získaných dat je dále cílem této práce analyzovat vzdálenost, na kterou je schopen řidič detekovat, rozpoznat a identifikovat chodce na vozovce při různých jízdních situacích a za různých světelných podmínek. Závěrem budou dosažené výsledky vhodným způsobem zpracovány a interpretovány.

PROBLÉMOVÁ SITUACE

Dopravní nehody jsou ve většině případů zapříčiněny lidským faktorem. V případě dopravních nehod vozidel s chodci se jedná buď o řidiče vozidla nebo chodce pohybující se na vozovce.

Chodec je velmi zranitelným účastníkem silničního provozu, není v podstatě ničím chráněn. Aby se předešlo střetu, je nutné používat vhodné oblečení, reflexní prvky a přechodů pro chodce.

Požadavkem na dopravu, na který je kladen velký důraz, je bezpečnost. Řidiči a chodci by se měli vzájemně respektovat, měli by být k sobě ohleduplní a tolerantní. Řidiči motorového vozidla musí přizpůsobit jízdu svému okolnímu prostředí, zejména za nesnížené viditelnosti, při které dochází k prodloužení reakční doby řidiče, a tím se zvětší i brzdná vzdálenost, na kterou je řidič schopen včas a bezpečně zastavit.

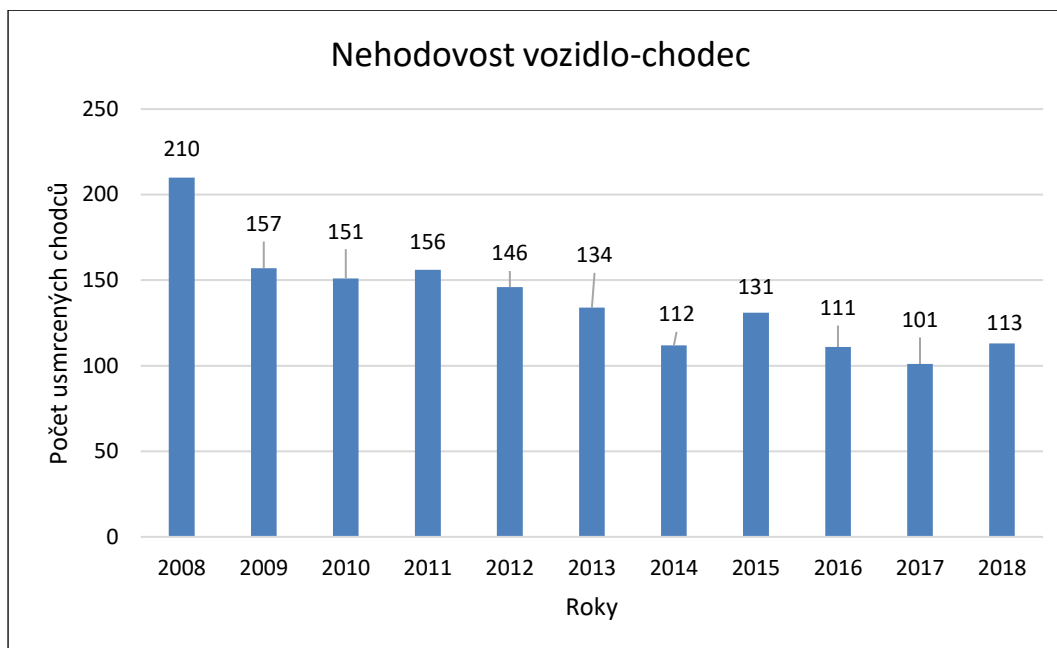
Při objasňování příčin dopravních nehod je důležité stanovit vzdálenosti, kdy řidič dokáže poprvé uvidět chodce na vozovce. V rámci analýzy dopravních nehod se dohlednost musí provádět experimentálním způsobem v místě dopravní nehody. (1, s. 35)

Smyslem této práce je vytvořit dostatečný datový soubor výsledků měření okamžiků spatření chodce řidičem vozidla, a to ve 3 fázích – detekci, rozpoznání a identifikaci chodce. Zjištěné závěry poté mohou být prospěšné a využitelné pro další zkoumání v oblasti analýzy dopravních nehod.

Výsledky této práce mohou také sloužit ke zvyšování dopravní bezpečnosti. Účastníci silničního provozu mnohdy neznají pravidla zákona, anebo tyto povinnosti nerespektují a dochází tak k tragickým následkům. Pro zvýšení bezpečnosti na silnicích je vhodné pořádání různých preventivních akcí a osvěty, aby si lidé uvědomovali následky, které by mohli způsobit nejen sobě, ale i ostatním.

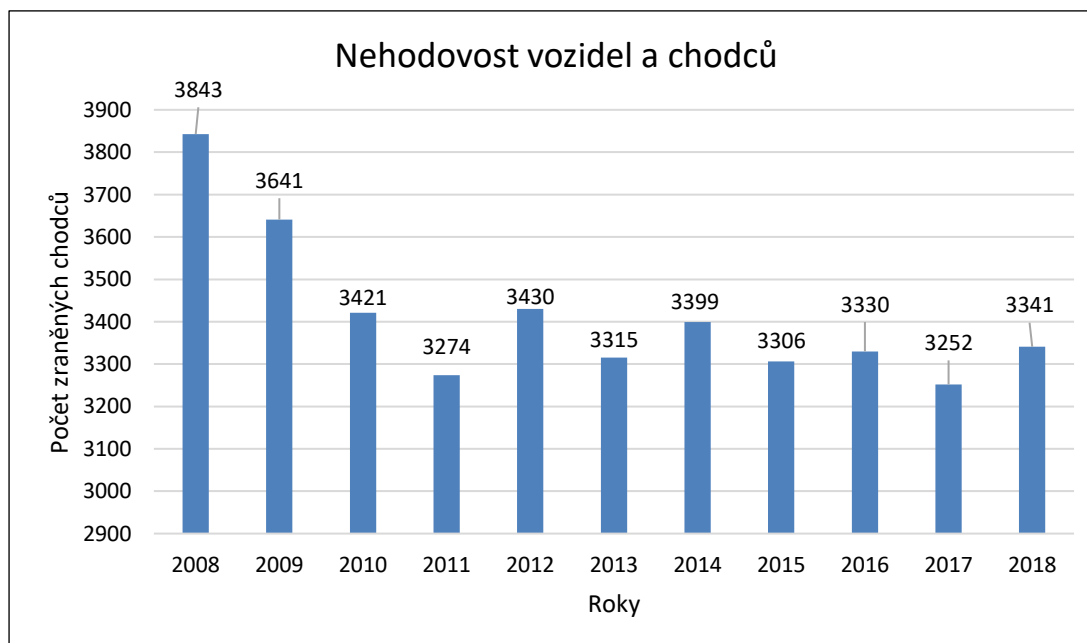
Střety vozidel s chodci patří dnes k častým dopravním nehodám. Je to dáno hlavně nepozorností řidiče, nepřiměřenou rychlostí, únavou a dalšími negativními vlivy. Příčiny zavinění dopravních nehod vozidel s chodci jsou různé. O četnosti dopravních nehod s chodci vypovídají následující grafy.

Níže uvedený graf znázorňuje počet usmrcených či zraněných chodců při dopravních nehodách s vozidly v průběhu let 2008-2018 na českých silnicích.



Graf č. 1 - Počet usmrcených osob během 10 let (2)

Z **grafu č. 1** je možné vidět závislost počtu usmrcených osob v jednotlivých letech. Nejtragičtějším rokem byl rok 2008, ve kterém bylo usmrceno nejvíce chodců. I když nehodovost každým rokem mírně klesá nebo má střídavý charakter, stále jde o vysoká čísla. Nejnovější údaj ukazuje, že v roce 2018 bylo usmrcených chodců 113.



Graf č. 2 - Počet zraněných chodců během let 2008-2018 (2)

Oproti předchozího grafu výše uvedený **graf č. 2** vyjadřuje počet zraněných chodců v průběhu 10 let. Opět nejvyšší počet zraněných chodců bylo v roce 2008. Počet zraněných chodců

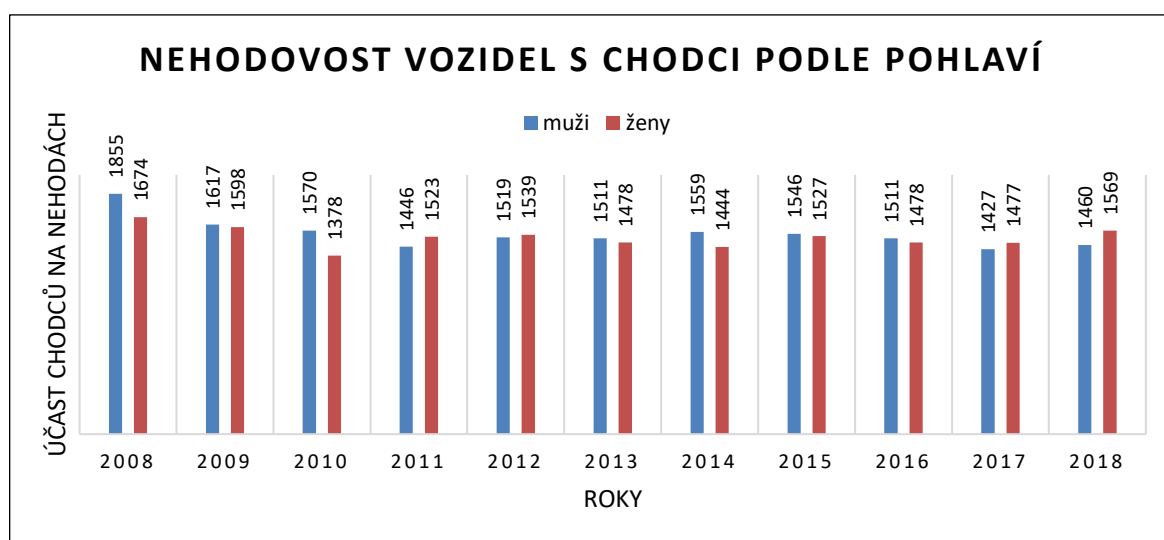
v jednotlivých letech má střídavý, postupně klesající charakter. V roce 2018 je počet zraněných chodců přesto znatelný, a to 3 341 osob.



Graf č. 3 - Počet nehod v obci a mimo obec při rozdílných viditelných podmínkách (tmavě šedá - noc, snížená viditelnost; světle šedá - noc, nesnížená viditelnost; tmavě modrá - den, snížená viditelnost; světle modrá - den, nesnížená viditelnost) (2)

Graf č. 3 je vyjádřením nehodovosti chodců způsobené v obci a mimo obec podle míry viditelnosti ve sledovaných letech 2014 až 2018.

V **grafu č. 3** si lze všimnout, že podíl nehod vozidel s chodci je nejvíc zastoupen v obci ve dne při nesnížené viditelnosti. Mimo obec vznikají nehody převážně v noci při nesnížené viditelnosti.

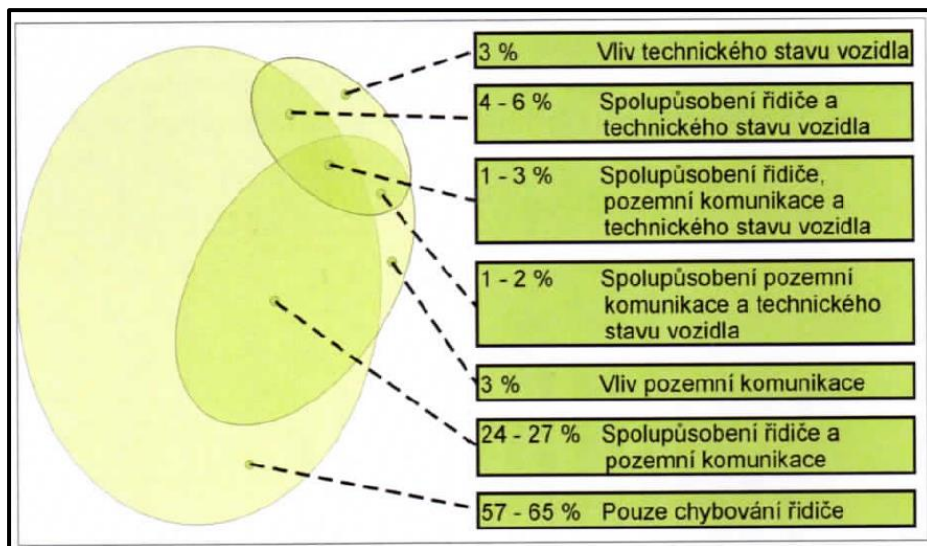


Graf č. 4 - Podíl chodců účastnících se na nehodách podle pohlaví (2)

Ve výše uvedeném **grafu č. 4** je znázorněn podíl chodců na dopravních nehodách způsobených muži a ženami. Počty ukazují vyrovnanou bilanci zavinění, i když mírně převažují muži.

Na podporu snížení nehod vozidel s chodci napomáhají především různé kampaně a osvěty. Je zřejmé, že tyto reklamní kampaně a osvěty, jejichž cílem je neustále snižovat počty

dopravních nehod na silnicích, svým způsobem fungují, ale přesto si mnozí stále neuvědomují rizika, která podstupují při nedodržování bezpečnosti silničního provozu. I když počty zraněných a usmrcených osob postupně klesají, stále se jedná o velmi vysoká čísla, která jsou způsobená především nepozorností nebo nepřizpůsobením se konkrétním podmínkám v určitém čase a místě.



Obr. č. 1 - Příčiny vzniku dopravních nehod (3, s. 36)

Jiné příčiny nehod se předpokládají v souvislosti s náhlou, nepředpokládanou událostí z pohledu účastníka na pozemní komunikaci v podobě spadlého stromu, propadlou vozovkou, výtluky na vozovce a mnoha dalšími. Na výše uvedeném schématu (**obr. č. 1**) je vidět, že z 57-65 % jsou nehody zaviněné pouze chybováním řidiče. (3, s. 36-37)

ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza dopravních nehod se skládá z těchto následujících fází (4, s. 7-10):

- fáze před střetem,
- fáze střetu,
- fáze po střetu.

S ohledem na téma této práce je důležité zabývat se předstřetovou fází. V této fázi se mj. hodnotí reakce řidiče, tzn. doba na včasné zareagování na očekávaný či neočekávaný objekt, neustálé sledování těchto objektů v zorném poli a následné odvrácení kritické situace. Podstatnou roli zde hraje vzájemná viditelnost účastníků dopravní nehody, zrak pozorovatele a s ním spojená kvalita vnímání. (5, s. 231-233)

2.1 PŘEDSTŘETOVÁ FÁZE

Předstřetovou fází lze charakterizovat jako dobu, než dojde k dopravní nehodě. Jako první je třeba analyzovat začátek reakce jednotlivých účastníků. Nejdříve se zjistí trajektorie pohybu těchto účastníků a poté se odvodí jejich polohy v okamžiku, kdy druhý začal na kritickou situaci reagovat. Značně se mění také délka reakční doby během dne a noci v závislosti na různých činitelích. Například při snížené viditelnosti reakční doba závisí na kontrastu objektu vůči okolí. Důležité je také popsat, jak se situace nadále vyvíjela, co jednotliví účastníci dělali a podobně. Musí se zjistit okolnosti, které mají přímý vliv na skutečnou délku reakční doby řidiče a ověřit, kam se řidič v době vzniku kritické situace skutečně díval. Začátky reakčních dob se porovnají s možností prvního spatření. Jestliže řidič vozidla jel rychlostí vyšší než povolenou, provede se rozbor, zda by při maximální povolené rychlosti dokázal včas a bezpečně zastavit před místem střetu nebo vyhnout se překážce. V předstřetové fázi je rovněž důležité určit směr a velikost rychlosti chůze chodce. To se například zjistí z výpovědí svědků či účastníků nehody. V některých případech se to upřesní rekonstrukcí na místě, kde se nehoda stala. Dalším činitelem ovlivňující předstřetovou fází je technický stav vozidla. V jakém technickém stavu je vozidlo se zjistí pomocí řádně provedeného ohledání, při němž se zjišťují závady, které ovlivňují provozní bezpečnost vozidla, nesprávně provedená údržba či oprava vozidla. Po zvážení všech vlivů je vhodné graficky za použití vhodné metody provést možnost odvrácení střetu. (5, s. 489-492)

2.2 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ

Počínání řidiče v předstřetové fázi závisí na smyslovém vnímání, zejména očním pozorování. Řidič, který celou situaci dobře vnímá zrakem, dokáže správně, a především s určitým předstihem reagovat. Řidič vozidla by měl mít dostatečný rozhled, sledovat situaci minimálně na takovou vzdálenost před vozidlo, na jakou je schopen z dané rychlosti zastavit. Současně musí sledovat všechny objekty v zorném poli a vyhodnocovat jejich nebezpečnost. Pokud se sledovaný objekt nejeví být nebezpečný, řidič vozidla se o něj přestane zajímat. Jestliže se stane nebezpečným, pozorovatel ho musí znovu upozorovat a vyhodnotit. Jestliže je objekt mimo rozsah ostrého vidění a je následně upozorován pomocí periferního vidění, musí se oko natočit k sledovanému objektu. Zafixování oka tak není jednoduché. Čas optické reakce se neuvažuje, pokud řidič kritický objekt přímo sledoval. Kvalitní zrakové vnímání je důležitým předpokladem pro včasnou reakci řidiče na daný podnět. (5, s. 232)

2.2.1 Obecně ke zrakovému vnímání

Zrakové vnímání je nejdůležitějším zdrojem pro zjištění informací, které jsou důležité pro další rozhodování. (5, s. 224)

Prostřednictvím zraku zjistíme, v jakém prostorovém vztahu je sledovaný prvek k ostatním prvkům scény, jak se při pohybu mění jeho podoba s měnícím se úhlem pohledu, jaké jsou jeho tvarové charakteristiky, jakou má barvu a do jaké kategorie objektů jej můžeme zařadit. (6, s. 11-12)

Základní funkce zraku dělíme na jednotlivé dílčí části (5, s. 224):

- vnímání jasu,
- vnímání detailů,
- vnímání kontrastů,
- vnímání prostoru,
- vnímání barev.

a) Vnímání jasu



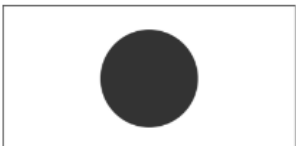

Jas je fyzikální veličina, která způsobuje počitek. Jednotkou jasu je kandela vyjádřená v cd.m^2 . Pokud by jas působil trvale na stejné elementy sítnice, přestal by být pro lidské oko podnětem. Proto lidské oko vyvolává mikropohyby, a díky tomu se vytváří obraz v každém okamžiku na jiných elementech sítnice. Světelné podněty vyvolávají v receptoru trvale odezvu. (5, s. 224)

b) Vnímání prostoru

Studie, které se zaměřují na vnímání prostoru u řidičů, převážně sledují, jak různé faktory vstupují do odhadů vzdáleností, a to jak mezi samotnými vozidly, tak mezi vozidlem a chodcem. Bylo dokázáno, že řidič vozidla jedoucí vyšší rychlostí mnohem více podhodnocuje vzdálenost vozidla jedoucího před ním. Prostorový odhad řidiče je také ovlivněn světelnými podmínkami, zejména za snížené viditelnosti. (6, s. 119)

c) Vnímání kontrastu

Zraková identifikace pozorovaného objektu je možná jen tehdy, pokud rozdíl jasů objektu a pozadí je alespoň roven prahovému rozdílu jasů. Prahový kontrastní rozdíl jasů není konstantní, závisí na mnoha činitelích, z nichž ty nejdůležitější jsou zorný úhel objektu a jas pozadí, na který se pozorovatel adaptuje, a doba, po kterou objekt oko pozoruje. (5, s. 224-225)

	Vysoký kontrast (vzájemný rozdíl jasu objektu a jeho okolí je velký)	Nízký kontrast (vzájemný rozdíl jasu objektu a jeho okolí je malý)
Pozitivní kontrast (jas objektu je větší než jas okolí)		
Negativní kontrast (jas objektu je menší než jas okolí)		

Obr. č. 2 - Rozdílné kontrasty v závislosti na prostředí (7, s. 24)

d) Vnímání barev

Barva je spojená se světlem, které je vyzařované světelným zdrojem dopadajícím na povrch předmětu. Některé jeho složky jsou odraženy zpět do prostoru, například směrem k lidskému oku. Barva, ve které předmět vidíme, se převážně shoduje s proporčním rozložením jednotlivých částí viditelného spektra. Proces vnímání barvy je kromě fyzikálního, také fyziologickým a psychologickým procesem. (6, s. 86-87)

Barva má psychofyzikální charakter a je třeba rozlišovat mezi podrážděním a vjemem. Podráždění má fyzikální povahu, vjemy se vyznačují čistě psychologickou záležitostí, které se liší u každého jedince různě s ohledem na čas a okolní podmínky. Trichromatické čili barevné vidění nenastává ve třech případech: při velmi slabém osvětlení, při periferním vidění a při pozorování objektů pod velmi malým zorným úhlem do 10' až 25'. (5, s. 226)

Lze dále konstatovat, že barva ovlivňuje lidský emoční a estetický prožitek. Největším přínosem pro pozorovatele je usnadnění jeho detekce a identifikace podnětu. Na základě informace o barvě dokáže pozorovatel hledaný podnět v zorném poli snadněji lokalizovat a určit jeho vlastnosti. Barva je ulehčujícím pomocníkem při ohraničování jednotlivých předmětů v zorném poli lidského oka. (6, s. 86)

Barva je určena barevným tónem, jasnem a sytostí. Nejznámějším atributem barvy je barevný tón neboli odstín, který odpovídá vlnové délce dopadajícího světla. Barevný tón může mít různé hodnoty jasu. Jas lze charakterizovat jako vjemový doprovod intenzity světla, který dopadá na sítnici lidského oka. Sytost představuje množství čistého spektrálního tónu ve vnímané barvě. Barva jedné vlnové délky je nejvíce saturovaná, přidáváním takzvaného bílého světla se snižuje její sytost. (6, s. 87)

2.2.2 Zrak

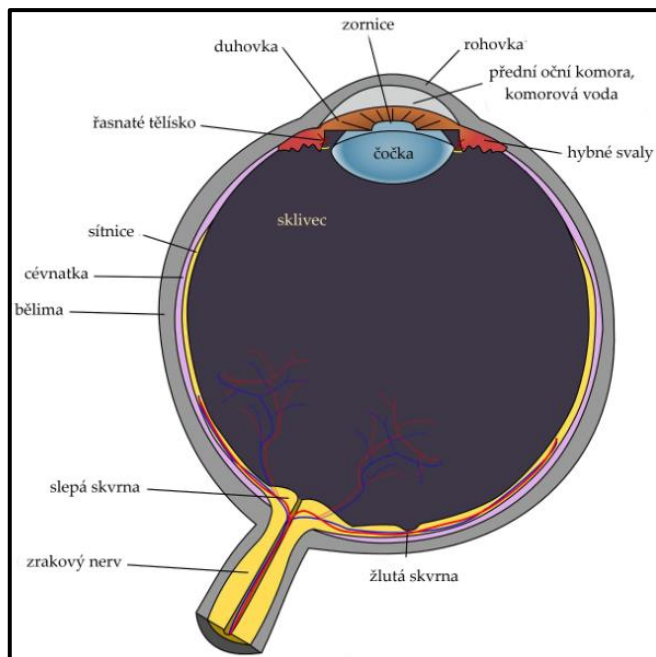
Oko člověku zprostředkovává vidění. Úkolem oka je zachytit dopadající světlo na tenkou vrstvu v zadní části oka a prostřednictvím receptorů přeměnit světelnou energii na nervový vzruch. Rohovka a čočka (viz **obr. č. 3**) tvoří optickou soustavu oka s cílem zajistit souběh všech paprsků světla dopadajících na plochu přední části oka a její promítnutí na sítnici. Samotnou sítnici lze tloušťkou přirovnat listu papíru. Je to tenká křehká blána o šířce 0,2-0,4 mm. (6, s. 47-57)

Zornice je jednou ze struktur, která se podílí na vjemu a jejíž rozměry se v průběhu dne mění. Změna je vyvolána spoluprací dvojice svalů duhovky, při níž dochází ke stažení nebo zvětšení průměru duhovky, a tím se reguluje množství vstupujícího světla. Při vyšší míře vstupujícího světla dochází k zúžení zornice a naopak. Zejména za snížené viditelnosti hraje důležitou roli citlivost čili při zvýšené hladině světla se zvětší zornice, a tím napomáhá zachytit fotony dopadající na sítnici oka. (6, s. 48-49)

Čočka lidského oka je přichycena řasnatým tělískem ke svalu. Na základě sledování objektů na kratší nebo větší vzdálenost se mění zakřivení čočky. Jestliže se lidské oko přiblíží ke sledovanému objektu, dochází k lomivosti čočky jen do její maximální pružnosti. Tím poskytuje oku ostřejší vidění, jelikož dochází k souběhu všech paprsků, které vycházejí od sledovaného objektu a které se promítnou na sítnici lidského oka. Pokud se překročí hranice pružnosti čočky, ostré vidění slábne. Je-li sledovaný objekt od lidského oka vzdálenější, lomivost čočky je menší a paprsky jsou rovnoběžné. (6, s. 50-51)

Proces **akomodace** nastává v případě, když čočka mění své zakřivení podle vzdálenosti od objektu na základě změny napětí ve svalech řasnatého tělíska, jehož cílem je docílit ostrého obrazu

sledovaného objektu. **Vergence** je nástroj zajišťující našemu zrakovému systému, aby při vnímání byl promítnutý obraz ostrý a detailní. (6, s. 141-143)



Obr. č. 3 - Struktura oka (7, s. 17)

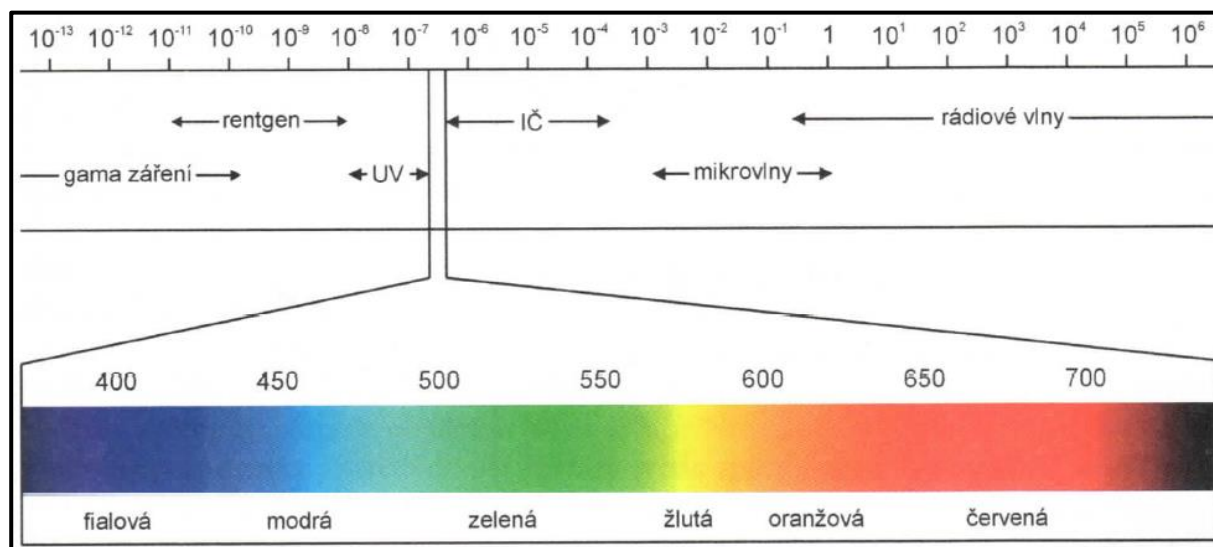
Rozlišujeme 3 prostorové okruhy (6, s. 143-145):

1. **Osobní prostor** – vymezený prostor, ve kterém je pozorovatel v bezprostředním kontaktu s objekty, umožňuje vzájemnou koordinaci pohybu rukou a očí. Jedná se o bezprostřední okolí pozorovatele. Je to vzdálenost, na jakou může pozorovatel dosáhnout rukou, udává se zpravidla 1,5 m.
2. **Akční prostor** – navazuje na osobní prostor a sahá do vzdálenosti přibližně 30 m. V tomto prostoru může pozorovatel dosáhnout prostřednictvím pohybu vytyčeného cíle.
3. **Výhledový prostor** – pozorovateli je tímto umožněno získat přehled o celkové situaci, popřípadě korigovat pohyb směrem k cíli nebo od cíle. Prostor sahá do vzdálenosti větší než 30 m a navazuje na akční prostor.

Při vnímání rozlišujeme celou řadu atributů – vzdálenosti, barvy, velikosti, polohy a mnoho dalších. Člověk jako takový ve vnímání objektů vyniká. Je schopen s velkou rychlostí a přesností najít a rozlišit široké spektrum objektů. Některé objekty však člověk nevidí celé, proto si jejich podobu v mysli doplňuje či představuje. (6, s. 168-170)

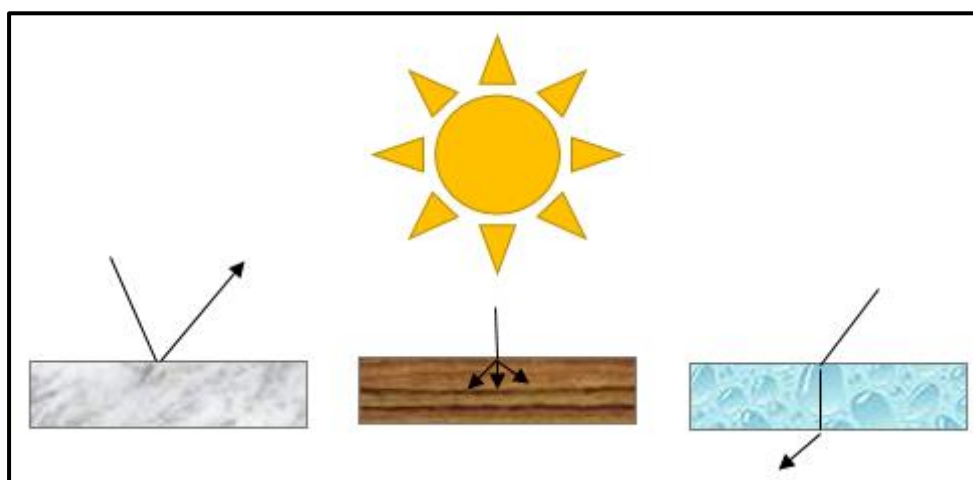
2.2.3 Světlo

Světlo, které nám poskytuje informaci o určitých objektech, je zachyceno receptory na sítnici lidského oka, které zprostředkovává **vidění**. Spektrum elektromagnetického záření (**obr. č. 4**) zahrnuje elektromagnetické záření všech vlnových délek. Viditelné světlo je pro člověka v celé škále spektra omezeno jen na vlnové délky zhruba mezi 370 až 730 nm. V sousedství viditelného spektra se nachází ultrafialové světlo kratších vlnových délek a infračervené světlo delších vlnových délek. (6, s. 42-47)



Obr. č. 4 - Elektromagnetické spektrum (6, s. 43)

Světlo vstupuje do interakce s objekty tím, že ho propouští, pohlcuje nebo odráží (viz **obr. č. 5**). U dřevěných a tmavých předmětů dojde k pohlcení světla a neodráží se zpět do prostředí; u kovových povrchů a zrcadel se světlo odráží zpět do prostředí. Skleněné předměty nebo vodní hladina propouští světelné paprsky a ty se dál šíří prostředím. (6, s. 42-47)



Obr. č. 5 - Interakce světla a objektu: a) zrcadlo b) dřevo c) vodní hladina (6, s. 46)

2.2.4 Rozdíl mezi denním a nočním viděním

Lidské oko obsahuje dva druhy fotoreceptorů: **tyčinky** a **čípky**.

Denní vidění je zajišťováno prostřednictvím čípků. Aktivují se při vyšší hladině osvětlení. Předností čípků je rozlišení jemných detailů v zorném poli. Čípků je přibližně 7 milionů. Adaptují se na světlo za 1 minutu. Jsou schopny rozlišovat barvy za denního vidění, protože v sítnici jsou tři druhy čípků, které reagují na světlo o různých vlnových délkách. (6, s. 54-58)

Noční vidění je zajištěno prostřednictvím tyčinek, jejichž počet dosahuje v rozmezí 75-150 milionů. Aktivují se při nižší hladině osvětlení. Zajišťují vysokou citlivost na světlo. Adaptace na světlo je mnohem delší než u denního vidění, a to až 30 minut. Tyčinky nejsou schopny rozeznávat barvy, protože jsou jen jednoho druhu, to znamená, že nedokážou rozlišit světlo různých vlnových délek. (6, s. 54-58)

Fyziologii vidění rozlišujeme do tří oblastí (8, s. 256-257):

Zorné pole je část prostoru, kdy hlava a oči se nepohybují. Pole vidění je pod nulovým úhlem při dopředném pohledu očí.

Pohledové pole je oblast, kdy hlava zůstává v klidné poloze a mění se jen pohyb očí.

Rozhledové pole je rozšířené pohledové pole o možné pohyby hlavy.

2.3 DETEKCE, ROZPOZNÁNÍ A IDENTIFIKACE

Optické vnímání objektů lze rozdělit do tří fází, a to detekce, rozpoznání a identifikace, kdy v těchto fázích se určuje, v jakých vzdálenostech je schopen řidič vozidla detekovat objekt na vozovce, následně rozpoznat, o jaký objekt se jedná, a v poslední fázi identifikace přiřadit objektu vlastnosti. Jednotlivé fáze jsou podrobněji vysvětleny níže.

2.3.1 Detekce

Detekce je klíčovým faktorem při určování, zda a v jaké vzdálenosti bude daný objekt uviděn. Předměty, které se pohybují v zorném poli řidiče, mají větší pravděpodobnost být rychleji spatřeny než objekty, které se nepohybují. Pravděpodobnost detekce je také ovlivněna množstvím informací zpracovaných řidičem, když objekt poprvé vstoupí do zorného pole. (9, s. 254-255)

Pokud lze hledaný objekt lokalizovat či vyčlenit segmentací objekt z pozadí, barva objektu vůči jeho okolí může výrazně usnadnit jeho detekci. Informace o barvě je snadno dostupná.

To přináší výhodu při pohybu prostředím, a to zejména v kritických situacích, kdy je na rozhodnutí málo času. (6, s. 83)

2.3.2 Rozpoznání

Pro pozorovatele je důležitá funkce rozpoznání objektů. Aby bylo rozpoznání účinné, je třeba vytvořit v mysli představu o možných podobách objektu. Nejčastěji je rozeznáváme podle tvaru. Rozpoznání objektu je také usnadněno znalostí obvyklé polohy objektu. Při rozpoznání výrazně napomáhají také úsudek a očekávání. (6, s. 176)

2.3.3 Identifikace

Po detekci a rozpoznání objektu následuje identifikace, kterou je možné popsat jako určení identity sledovaného objektu na základě specifických znaků objektu. (6, s. 168-169)

2.4 REAKČNÍ DOBA ŘIDIČE

Reakční dobu lze podle soudně inženýrského hlediska nazvat časem od vjemu do uvedení (zabezpečovacího) zařízení v činnost naučeným způsobem. V neobvyklých situacích bude potřebná doba individuálně delší. (5, s. 231)

Dále je ovlivněna množstvím faktorů, které na řidiče v průběhu jízdy působí. Reakční čas je u každého člověka individuální a mění se při působení různých činitelů. Mění se při celkové únavě, vyčerpání, možnosti předvídání konkrétní situace. Podstatnou roli hraje i snížená viditelnost v závislosti na kontrastu objektu nebo také na četnosti úkonů v určité době. Tito činitelé výrazně prodlužují reakční dobu řidiče. (5, s. 234)

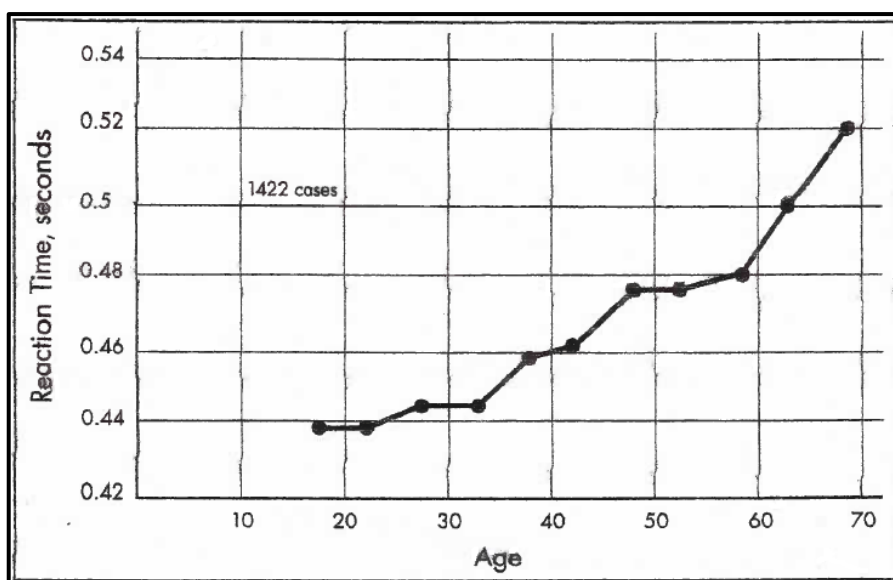
Tab. č. 1 - Složky reakční doby řidiče a odezvy vozidla (5, s. 231)

reakční doba řidiče	optická reakce	počátek optického vnímání nebezpečného objektu
	psychická reakce	počátek ostrého optického vnímání objektu
	svalová reakce	začátek svalové reakce
odezva vozidla	prodleva brzd	dotyk brzdového pedálu
	náběh brzd	první dotyk třecích ploch brzd
		začátek zanechávání stop pneumatik na vozovce

Od místa spatření objektu do počátku rozpoznání (fixace) objektu uplyne **optická reakce** 0,32 až 0,55 sekundy (viz **tab. č. 1**). Samotná fixace objektu trvá od 0,22 do 0,58 sekundy. Jedná se

o **psychickou reakci**. Následuje **svalová reakce**, přesun nohy v časovém intervalu od 0,15 do 0,21 sekundy. Kontakt mezi nohou a brzdovým pedálem od začátku brzdného účinku trvá 0,03 až 0,06 sekundy. U většiny řidičů se uvažuje reakční doba 0,83 sekundy od fixace nebezpečného objektu po počátek brzdění. (4, s. 30-31)

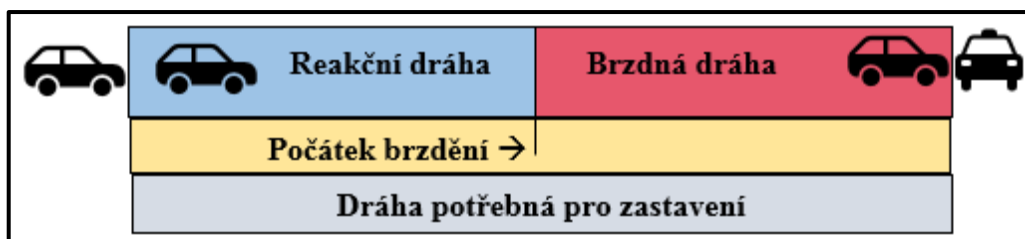
Existuje také mnoho studií, které prokazují, že reakční doba se s rostoucím věkem prodlužuje. Podle studií Greena bylo zjištěno, že mladí lidé reagují na podnět rychleji než starší lidé. Studie byla provedena na vzorku více než 1 400 osob různého věku tak, že jednotlivé osoby sešlapovali brzdový pedál v reakci na světelný signál. Průměrná hodnota se pohybovala od 0,44 sekundy u mladých lidí, u starších lidí ve věku 70 let reakční doba činila 0,52 sekundy. (9, s. 257-258)



Obr. č. 6 - Křivka závislosti reakční doby na věku (9, s. 257)

2.5 BRZDNÁ DRÁHA VOZIDLA

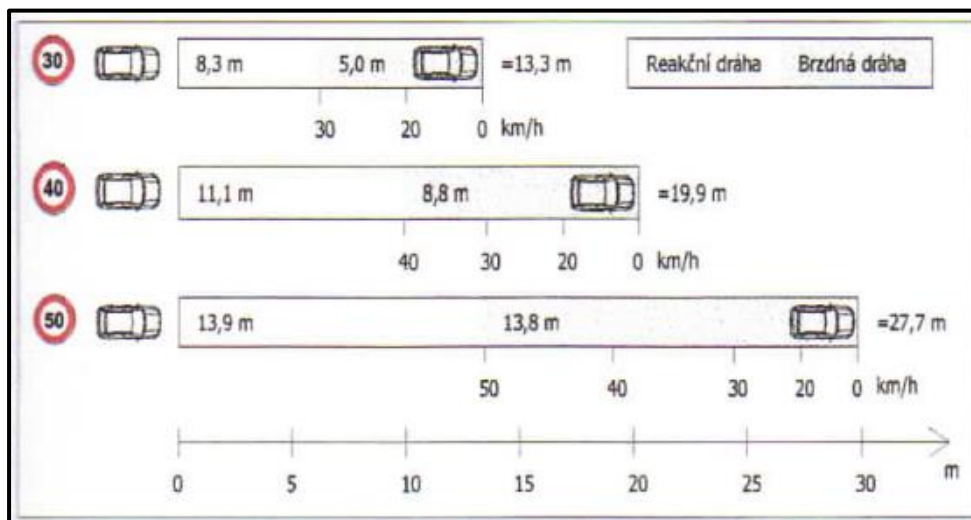
Dráha potřebná pro zastavení vozidla se skládá z reakční a brzdné dráhy (**obr. č. 7**). **Reakční dráha** je dráha, během níž řidič rozpozná kritickou situaci. **Brzdná dráha** je dráha během brzdění, na které by měl řidič včas zastavit vozidlo a předejít dopravní nehodě. (10)



Obr. č. 7 - Celková dráha pro bezpečné zastavení vozidla (10)

Faktorem, který určuje celkovou brzdnou dráhu, je brzdná schopnost osobních vozidel, která závisí na faktorech, jako je typ brzdového systému, materiál brzdových destiček, seřízení brzd, tlak v pneumatikách, přilnavost pneumatik, součinitel tření povrchu vozovky, sklon vozovky, povětrnostní podmínky, rychlost vozidla a jiné. (11, s. 121)

Největší vliv na vznik, a z toho plynoucí následky dopravních nehod chodců, je vliv rychlosti vozidla. Zatímco rychlost reakce člověka na podnět je dána, rychlost vozidla je ovlivněna zejména jednáním řidiče. (3, s. 43)



Obr. č. 8 - Dráha potřebná pro zastavení vozidla při různých rychlostech (3, s. 43)

2.6 VIDITELNOST

V odborné literatuře a dalších předpisech upravujících bezpečnost silničního provozu lze najít vysvětlení jednotlivých pojmů, jimiž jsou například viditelnost, rozhled, dohlednost, dosah (dosvit) světlometů na vozovku a podobně. (1, s. 80)

Pojem **viditelnost** se pojí se slovem „něco vidět“. Slovo vidět lze definovat jako schopnost vnímat zrakem nějaký objekt, například vidět jasně obraz. (1, s. 80)

Pojem **dohlednost (dohled)** nelze jednoznačně popsat. Lze si jej vysvětlit různě. Je to vzdálenost, kam až lze dohlédnout. Dohledností se rozumí vzdálenost, na kterou potkávací světlomety vozidla osvětlují vozovku nebo také vzdálenost, na kterou řidič vozidla rozpozná chodce. (1, s. 80-81)

Pojem **rozhled** lze definovat jako mít volný výhled na všechny strany. Rozhled za snížené viditelnosti lze pochopit i takto (1, s. 80-81):

- rozhled řidiče je maximální vzdáleností, kdy řidič ještě uvidí, že se v jeho jízdním pruhu nachází objekt, který dokáže blíže specifikovat; příkladem může být chodec, neosvětlené vozidlo a další,
- u vozidla při zapnutými potkávacími světlomety je to vzdálenost na vozovce před vozidlem, kde lze určit rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí vozovky.

Dosah (dosvit) světlometů na vozovku lze popsat jako vzdálenost, kde je rozhraní osvětlené a neosvětlené části vozovky v jízdním pruhu řidiče vozidla, jsou-li zapnuté potkávací světlomety. U dálkových světlometů se jedná o maximální vzdálenost, kdy řidič rozpozná objekt na vozovce nebo na její krajnici. (1, s. 81)

Spatření chodce na vozovce řidičem vozidla v noci

Rozhled řidiče při jízdě v noci není konstantní veličinou, nýbrž se dynamicky mění v čase. Při jízdě vozidla se zapnutými potkávacími světlomety je chodec viděn na mnohem kratší vzdálenost než u vozidla se zapnutými dálkovými světlomety. Světelné paprsky potkávacích světlometů vozidel jsou nastavovány tak, aby vytvářely ostré rozhraní pro kvalitní seřízení světlometů. Vzdálenost rozhraní se nazývá dosvitem světlometů na vozovku, která je vysvětlena již výše. Pro spatření chodce ve velmi tmavém oblečení je podstatným kritériem osvětlení bot chodce. Značným prvkem pro rozpoznání chodce je to, zda je chodec otočen směrem k světlometům a jsou mu vidět „světlé body“, obličej a ruce. (1, s. 110-119)

Délka rozhledu řidiče se může v každém okamžiku měnit. Je to zapříčiněno charakterem vozovky, jejím sklonem, zakřivením a okolím silnice, které lemují stromy, keře nebo je v její blízkosti bytová zástavba. Řidič tuto situaci vnímá a upravuje svoji techniku jízdy neustále se měnícím podmínkám. Charakter vozovky má značný vliv na možnost prvního spatření chodce na vozovce. (1, s. 96)

Rozlišovací schopnost řidiče v noci

Vidět chodce před vozidlem v prostoru vozovky může řidič vozidla pouze tehdy, když jsou vytvořeny takové podmínky, že světelný počitek zrakového orgánu je dostatečně významný, že zpracování tohoto počítka způsobí uvědomění si chodce. (1, s. 105)

Chodci, kteří za snížené viditelnosti používají retroreflexivní oděv, se stávají pro řidiče viditelnějšími. Materiál má výhodu, že narozdíl od jiných povrchů odrážející světlo je materiál s reflexním odrazem vyráběn tak, aby se co největší množství světla odrážela zpět ke zdroji. To pomáhá chodcům vyniknout na silnicích zejména při sníženém osvětlení. Wood, Tyrrell a Carberry přišli s poznatkem, že schopnost řidičů spatřit chodce při nošení oblečení bílé barvy byla

ve skutečnosti lepší než u chodců, kteří byli oblečeni v reflexních vestách. Tyto poznatky naznačují, že kontrast a zvýraznění lidské postavy jsou důležitými aspekty pro identifikaci osob v noci. Aby odrazové prvky usnadnili řidiči spatření chodců na vozovce, je třeba umístit tyto prvky po různých částech celého těla chodce. Reflexní vesty zcela neslouží k dobrému spatření chodců, protože materiál je omezen jen na horní část těla. Tyto vesty hůře přenášejí důležité podněty, kterými jsou lidský pohyb nebo tvar těla. Připevněním reflexních prvků na pohyblivé části těla (ramena, lokty, zápěstí, kolena, kotníky ad.) se výrazněji přispívá k možnosti včasného spatření chodce ve vozovce. (12, s. 186-187)

Jasmine Miana a Jeff K. Caird ve své publikaci zkoumali vzdálenost spatření chodce řidičem vozidla při použití dálkových a potkávacích světel. Vozidlo bylo vybaveno standardními halogenovými žárovkami. Modelem byl muž vysoký 165 cm, který se nacházel při pravém okraji vozovky bez veřejného osvětlení ve třech rychlostech pohybu (stání, chůze a běh) nebo ve dvou úrovních natočení chodce (např. čelně a z boku). Chodec při experimentu stál, chodil a běžel na běžeckém pásu. Jeho hmotnost činila 65 kg. Během experimentu měl na sobě reflexní prvky připevněné na zápěstí, kotníky, lokty, kolena, pas a ramena. Tento model byl pozorován ve třech různých vzdálenostech - 80 m, 160 m a 240 m. (13, s. 188-190)

Této studii se zúčastnilo celkem 40 studentů z kanadské univerzity, kteří před konáním této studie museli absolvovat prohlídku očí a splňovat určité zrakové normy. Věková kategorie těchto účastníků byla od 18 let do 33 let. Experiment byl prováděn během nočních hodin bez srážek na testovací trati v Calgary v Albertě. Rovný úsek vozovky, který byl použitý pro natáčení experimentu, byl dlouhý asi 500 m. Záběry byly zachyceny přes čelní sklo vozidla kameramanem. Natáčení probíhalo pomocí videokamery Panasonic HPX370. Kamera byla namontována ve vozidle tak, aby se výhled přiblížil pohledu řidiče. Při každé filmovací vzdálenosti byla nastavena kamera a monitor tak, aby bylo možné porovnat živý obraz kamery s tím, co bylo možné vidět pouhým okem. Tři pozorovatelé zkoumali obrázky na videomonitoru a porovnávali je se scénou. Byly provedeny úpravy nastavení kamery, dokud se tři pozorovatelé nedohodli, že snímky se co nejlépe přibližovaly tomu, co bylo ve skutečnosti vidět v prostředí. (13, s. 188-190)



Obr. č. 9 - Viditelnost chodce za snížené viditelnosti (13, s. 189)

Prvním cílem bylo zjistit, zda chodci, pohybující se vyššími rychlostmi (např. běh), byli lépe rozpoznatelní, než chodci pohybující se pomaleji (např. chodí, popř. stojí). Bylo zjištěno, že pohybující se chodci (tj. ti, kteří chodili nebo běhali) byli upozorováni častěji než nepohybující se chodci (tj. ti, kteří stáli). Druhým cílem bylo zjistit, zda chodci orientovaní vůči vozidlu (čelně) jsou lépe rozpoznatelní než chodci orientovaní vůči vozidlu (z boku). K tomuto bylo zjištěno, že chodci, kteří byli umístění čelně k vozidlu, byli lépe rozpoznatelní než ti chodci, kteří stáli bokem k vozidlu. (13, s. 191-198)

Nejen materiál z reflexních prvků pomůže řidičům usnadnit lepší spatření chodců, ale také další barvy pomohou s detekcí či rozpoznáním objektu jako chodce. V následující **tab. č. 2** jsou vzdálenosti, při kterých oko řidiče dokáže registrovat různě barevného chodce umístěného při pravém okraji vozovky za snížené viditelnosti za použití potkávacích a dálkových světel.

Tab. č. 2 - Vzdálenosti, při kterých dokáže oko řidiče spatřit chodce dle barvy oblečení (7, s. 27)

	Světla potkávací	Světla dálková
Chodec v bílém oblečení	i více než 70 m	ne více než 120 m
Chodec v různobarevném oblečení	50 až 70 m	75 až 110 m
Chodec v černém oblečení	30 až 40 m	ne více než 70 m

Z uvedené **tab. č. 2** vyplývá, že barva a odrazivost povrchu objektu výrazně ovlivňuje vzdálenost, při které je řidič vozidla schopen rozlišit objekt od okolí. (7, s. 26)

Chodec, který se pohybuje po okraji vozovky, bude snadněji detekován řidičem než stojící chodec. Současně bude chodec hůře detekován řidičem, pokud bude v tmavém oděvu pohybující se v tmavém prostředí. (7, s. 27)

Světelné vlastnosti reflexních prvků

Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů definuje používání reflexních prvků dle § 53 odstavce (9) takto:

(9) „Pohybuje-li se chodec mimo obec za snížené viditelnosti po krajnici nebo po okraji vozovky v místě, které není osvětleno veřejným osvětlením, je povinen mít na sobě prvky z retroreflexního materiálu umístěné tak, aby byly viditelné pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích.“ (14)

Pravidlo „**Vidět a být viděn**“ je jedním ze základních podmínek bezpečného pohybu chodců na komunikacích za snížené viditelnosti. (15)

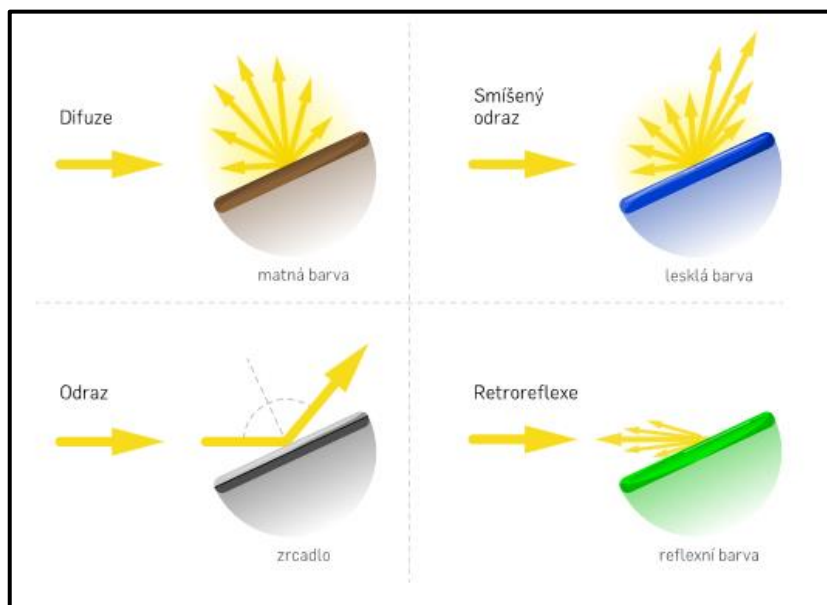


Obr. č. 10 - čelní (vlevo) a boční pohled (vpravo) na chodce za tmy (13, s. 186)

Retroreflexní oděv (viz **obr. č. 10**) je efektivním způsobem, jak se stát více viditelným pro řidiče. Upozorňuje řidiče na přítomnost a chování chodců. Narozdíl od jiných povrchů odrážejících světlo je retroreflexní materiál vyráběn tak, aby vracel světlo zpět ke zdroji, což napomáhá chodcům „vyniknout“ při snížené viditelnosti. (13, s. 186)

Autor Wood přišel s poznatkem, že identifikace chodců řidičem vozidla není zcela dostačující, pokud je reflexní materiál použit pouze na horní části těla. Jeho doplněním na dolní končetiny byli následně chodci řidičem lépe identifikováni. (12, s. 647-652)

Retroreflektivní značení končetin ve srovnání s těmi na trupu výrazně zvyšuje o 60 až 80 % vzdálenost, na kterou mohou řidiči chodce v noci rozpoznat. (16, s. 381)

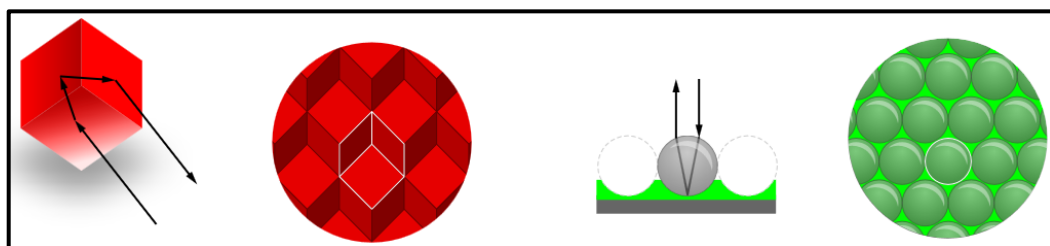


Obr. č. 11 - Směr odrazu světla podle struktury materiálu (15)

Dopravní značka nebo oblečení chodce s fluorescenční látkou je jasnější, a tím přitahuje větší pozornost řidičů. (15)

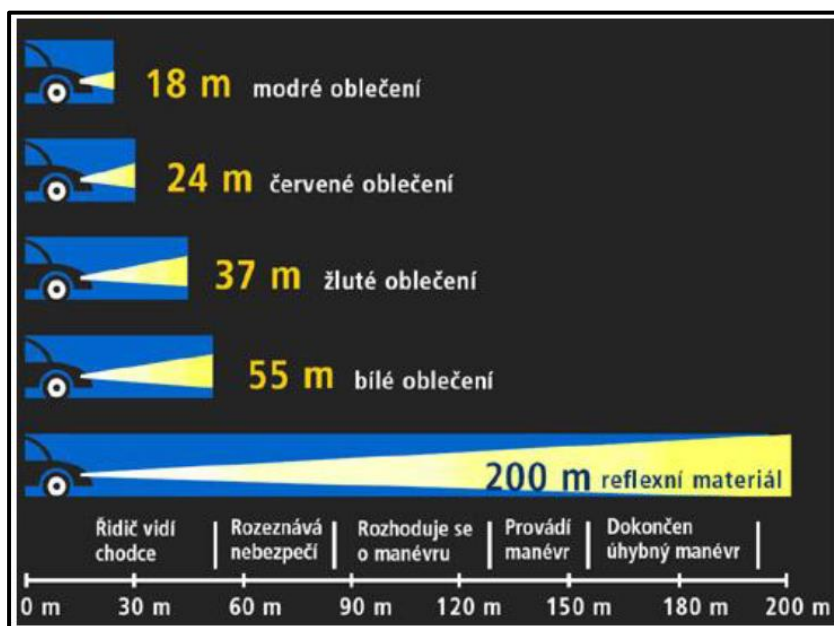
Reflexní vesty v podstatě plní funkci zrcadla. Smyslem této funkce je nerozptylování světla, nýbrž jeho odraz zpět k očím pozorovatele. Takový odraz světla se v praxi realizuje dvěma způsoby (17, s. 231):

- soustavou rohových zrcadel v podobě hranolů nebo tří rovinných zrcadel tvořících roh,
- skupinou kulových zrcadel tvořených z mikroskopických kuliček.



Obr. č. 12 - Složení povrchu materiálu reflexních vest (15)

Chodec za použití reflexní vesty při snížené viditelnosti nebo za tmy bude viděn pozorovatelem na vzdálenost až 200 m. U chodce s různou barvou oblečení bude vzdálenost spatření chodce řidičem odlišná, viz **obr. č. 13**. (17, s. 212)



Obr. č. 13 - Vzdálenost viditelnosti na chodce řidičem vozidla dle barvy oblečení (17, s. 212)

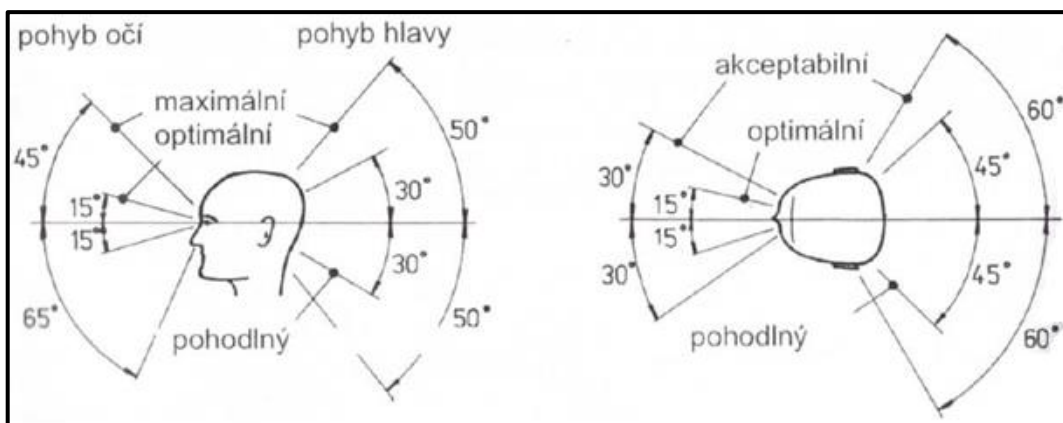
Chodci a cyklisté mohou zvýšit svoji viditelnost na silnicích za snížené viditelnosti nebo tmy nejen používáním reflexních vest, ale i nejrůznějšími druhy reflexních doplňků. Jedná se o reflexní samolepky, reflexní přívěsky, reflexní pásy nebo reflexní tyčinky do výpletů kol. (18)

U chodců, zejména u dětí, se využití těchto doplňků najde například připevněním na oblečení nebo přivěšením na školní batohy. U cyklistů se tyto doplňky dají připevnit na cyklistickou přilbu, oblečení či do výpletů jízdních kol. (18)

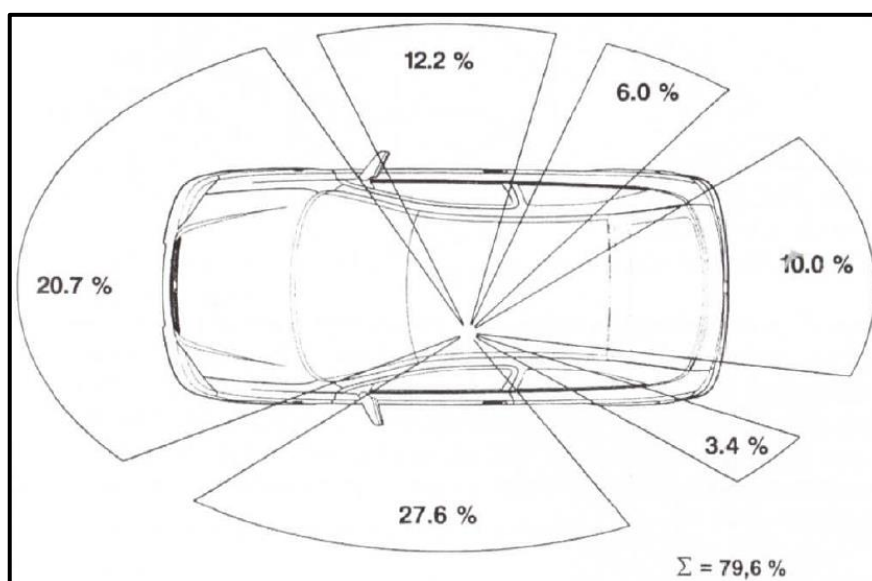
2.7 KRITÉRIA OVLIVŇUJÍCÍ MOŽNOST SPATŘENÍ CHODCE

Během řízení vozidla jsou řidiči ovlivněni řadou nepříznivě působících faktorů, které omezují možnosti spatření chodců a dalších účastníků silničního provozu.

Výhled řidiče je závislý na konstrukci vozidla. Řidič vozidla má při jízdě omezený výhled z kabiny řidiče. Osa výhledu řidiče do okolí při řízení vozidla představuje dráhu, na které je řidič vozidla schopen bezpečně zastavit. Problém může nastat i v samotném interiéru (sdělovače informací, ovladače, obrazovky). Nicméně výhled řidiče je závislý nejen na konstrukci vozidla, ale i na správném nastavení sedadel či na pozici očí. (19, s. 77-81)



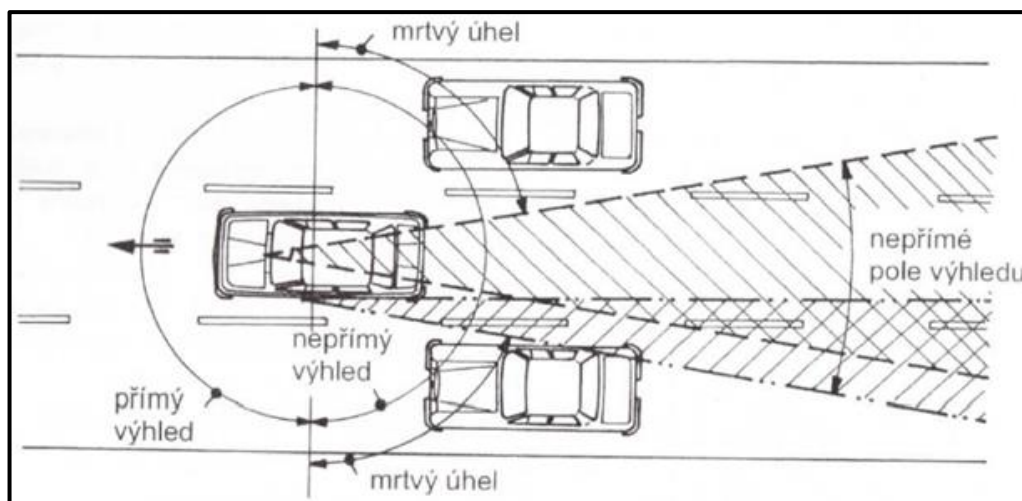
Obr. č. 14 - Fyziologie vidění člověka (8, s. 258)



Obr. č. 15 - Výhledové poměry řidiče (8, s. 259)

Při zjišťování výhledu z místa řidiče směrem dopředu a do stran brání řidiči ve výhledu neprůhledné části karoserie vozidla, kterými jsou přední okenní sloupek (A), střešní dveřní sloupek (B), zadní okenní sloupek (C), rám předního okna a přední kapota. (8, s. 259)

Mohutnější sloupky vozidel mají pozitivní vliv na pasivní bezpečnost, na celkovou tuhost karoserie. Na druhé straně vznikají slepá místa ve výhledu řidiče, zejména díky šířce A-sloupků. Řidič jednoduše může ohrozit chodce pouhým přehlédnutím, a to tehdy, že o něm neví. (3, s. 43)



Obr. č. 16 - Omezený výhled z prostoru vozidla (8, s. 258)

Změny povětrnostních podmínek jsou dalším nejběžnějším jevem, se kterým se řidiči na silnicích setkávají. Nejčastějším jevem je **děšť**. Za těchto podmínek je omezena vzdálenost viditelnosti v závislosti na hustotě srážek. Snižuje se také výkon světlometů, které jsou znečištěné. Zvyšuje se oslnění pozorovatele od protijedoucích světlometů ostatních vozidel a slabší odrazivost značení vozovky. V takovém počasí řidiči mají větší tendenci snižovat rychlost jízdy. (9, s. 270-272)

Dalším jevem, který zhoršuje viditelnost, je **sníh**. Při výskytu sněhové pokrývky vodorovné značení vozovky v podstatě zmizí. Proto je důležité také snížit rychlost vozidla. (9, s. 271-272)

Mlha způsobuje řidičům nemalé komplikace při řízení vozidla. V takových situacích dochází k častým četnostem zranění. Vlivem nízkého kontrastu a vysoké rychlosti vozidel je obtížnější vidět objekty v prostředí silnice. Kvůli mlze dochází ke sníženému vnímání informací o vzdálenosti. (9, s. 272-274)

Z vnějšího prostředí může dojít k horší viditelnosti za nepříznivého počasí – při mlze, dešti, sněhu či za tmy. Světlomety redukuje intenzitu svítivosti až o 20 %, zejména při jízdě na mokré silnici nebo v blátivém terénu. U světlé barvy vozidla se v noční době lépe odhaduje jeho vzdálenost či velikost. (19, s. 81-82)

Světelné podmínky při jízdě vozidla jsou dalším jevem, který může negativně snižovat viditelnost ve tmě. Obecně je viditelnost v noci ztížena. Osvětlené objekty budou v noci viditelnější. U neosvětlených objektů za snížené viditelnosti dojde k situaci, že fáze detekce a rozpoznání se u řidiče může prodloužit. (9, s. 256)

Za snížené viditelnosti je pro řidiče vozidla podstatné vidět prostor před sebou, tedy před vozidlem, proto musí mít tento prostor dostatečně osvětlen. Intenzita osvětlení musí být větší, než je prahová hodnota zrakového orgánu nutná pro detekci. (1, s. 79)

Světelné podmínky, při kterých řidič poprvé uvidí objekt, závisí na následujících parametrech (1, s. 79-80):

- kvalitě zrakového vnímání řidiče,
- osvětlení vozidla,
- okolí,
- velikosti a barvě objektu,
- stavu a povrchu komunikace.

Rozlišujeme dva zdroje světla (20, s. 10):

a. umělé zdroje světla

Mezi umělé zdroje světla patří světlomety vozidla a dále také veřejné osvětlení měst a obcí, světla z okolních budov a podobně.

b. přírodní zdroje světla

Přírodním zdrojem světla je sluneční svit, či svit měsíce.

Osvětlení komunikace

Při absenci pouličního osvětlení je viditelnost, kterou poskytují světlomety vozidel, zejména potkávací světla, velmi nízká. V důsledku toho mnoho řidičů nevidí míjejícího chodce jdoucího po silnici, dokud se nevyskytne téměř vedle něj. Děje se to proto, že většina řidičů v dopravních situacích překonává vzdálenost viditelnosti, kterou poskytují světlomety vozidla. Znamená to, že pokud řidič vozidla při jízdě v noci spatří na temné silnici překážku v podobě chodce, je příliš pozdě na to, aby vozidlo zastavilo včas. Například při jízdě s potkávacími světly je detekce chodce v průměrné vzdálenosti asi 35 m. Při použití konzervativní reakční doby 1,0 sekundy na suché vozovce však potřebujeme přibližně 50 m, abychom detekovali překážku a zabrzdili do zastavení vozidla. Na mokré vozovce se vzdálenost zvětšuje zhruba o 50 %. (21, s. 631-633)

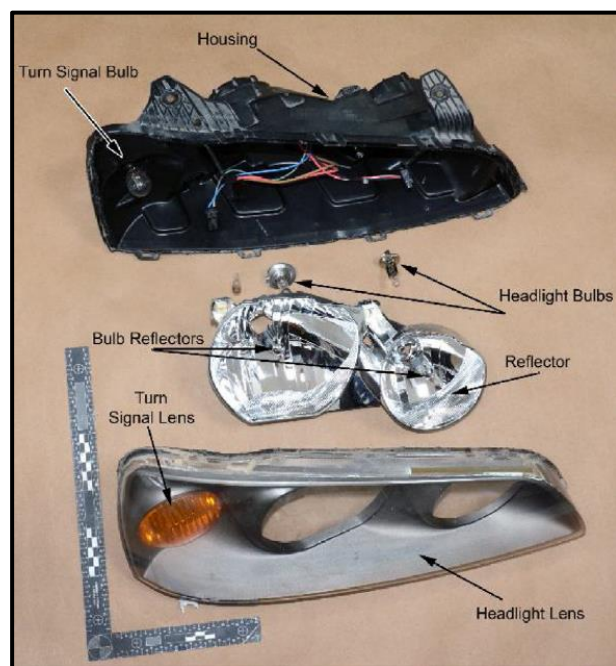
2.8 OSVĚTLOVACÍ ZAŘÍZENÍ AUTOMOBILŮ

2.8.1 Světlomety vozidel

Účelem světlometů je osvětlit vozovku před vozidlem zejména za podmínek tmy nebo za nízké viditelnosti.

Světlomety motorových vozidel se skládají ze svítidla, optického systému a pouzdra (viz **obr. č. 17**). Svítidlo je tvořeno světelným zdrojem (žárovky, výbojky, LED diody). Optický systém

je tvořen odrážející plochou a průsvitným krytem. V pouzdře je zabudován světelný zdroj s optickou soustavou. Zdrojem světla jsou žárovky, které patří mezi žárové zdroje světla a jsou nejpoužívanější ve světlometech motorových vozidel. (22, s. 182)



Obr. č. 17 - Dílčí části světlometu vozidla (22, s. 2)



Obr. č. 18 - Běžný pravý přední světlomet (22, s. 2)

V níže uvedené **tab. č. 3** je znázorněn celkový přehled o jednotlivých zdrojích světla a jejich parametrech, jejich označení, jmenovité napětí, jmenovitý příkon a světelný tok.

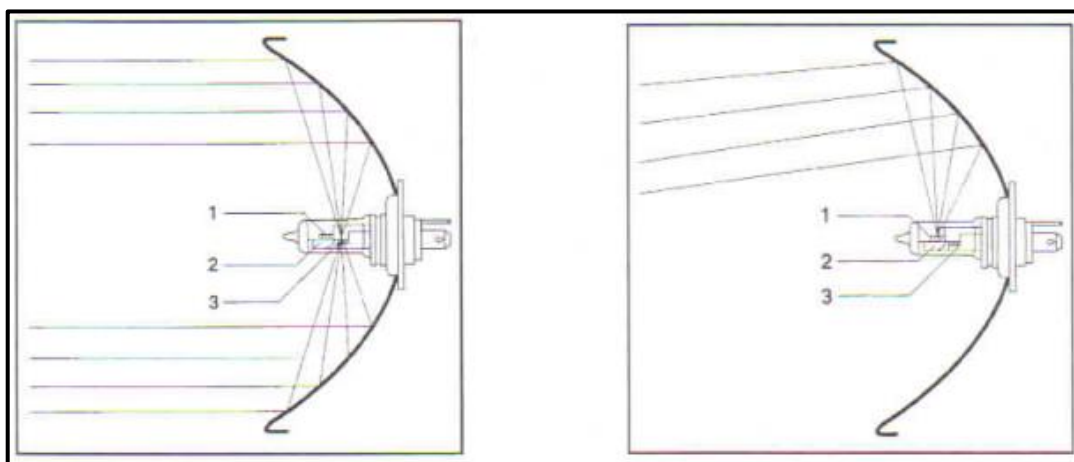
Tab. č. 3 - Přehled o parametrech zdrojů světla (1, s. 88)

Zdroj světla	Označení zdroje světla	Jmenovité napětí (V)	Jmenovitý příkon (W)	Světelný tok (lm)
Klasická žárovka	E	12	45/40*	min. 400, max. 550
		24	55/50	min. 400, max. 550
Halogenové žárovky	H4	12	60/55	1 650/1 000*
		24	75/70	1 900/ 1 200
	H1	12	55	1 550
		24	70	1 900
	H2	12	55	1 800
		24	70	2 150
	H3	12	55	1 450
		24	70	1 750
	H7	12	55	1 500
Výbojka	D1	45	12	3 000

* první uváděná hodnota platí pro dálkové světlomety, druhá hodnota pro světlomety potkávací

Motorové vozidlo musí být vybaveno světlomety s potkávacími a dálkovými světly. Potkávací a dálková světla musí být bílé barvy. Potkávací světla musí svítit současně s dálkovými, tím je dosaženo lepší osvětlení vozovky před vozidlem a bezpečnost jízdy. Dálková světla mohou být zapnuta dvojím způsobem, buď všechna současně nebo ve dvojicích. (23, s. 187-189)

Paprsky dálkového světla jsou soustředěné do kuželu a mají menší sklon s cílem dosáhnout požadovaného záběru a vykrytí slepá místa. Paprsky tlumeného světla jsou více skloněné směrem dolů a mají širší záběr. (23, s. 190)



Obr. č. 19 - Dálkové světlo (vlevo) a potkávací světlo (vpravo) (23, s. 190)

Reflektory čili odrazové plochy mají chromovaný povrch, v případě zrezivění je nutno je vyměnit. Dříve byly vyráběny z ocelového plechu, ale z důvodu jeho složitosti převažují plastové povrchy. Účinnost světla závisí na tvaru a povrchu odrazové plochy, musí být hladký a dobře odrážet světelné paprsky. Pouzdro slouží jako nosná část světlometu, které spojuje jeho dílčí části. (23, s. 190-192)

2.8.2 Nastavení světlometů

Důležitým předpokladem pro bezpečnost silničního provozu je správné nastavení světlometů, které plní dvě základní funkce (24, s. 75-77):

- dostatečné osvětlení vozovky před vozidlem,
- neoslňování řidičů protijedoucích vozidel.

Správná regulace sklonu světlometů závisí především na zatížení vozidla, jelikož ovlivňuje jeho sklon vůči vozovce, a tedy i velikost osvětlené plochy před vozidlem. Ovladač sklonu světel v poloze „0“ odpovídá zatížení vozidla řidičem, popřípadě řidičem a spolujezdcem. Je-li vozidlo v zadní části zatížené dalšími přepravovanými osobami či nákladem, je nutno zvolit jinou polohu než základní polohu ovladače typu „0“ v závislosti podle způsobu zatížení. Poloha světelných zařízení se stanoví při provozní hmotnosti, to znamená včetně hmotnosti řidiče (75 kg). (24, s. 75-77)

Z hlediska špatného seřízení světlometů mohou nastat dvě nepříjemné situace, a to:

- je-li vozidlo zatíženo více v zadní části vozidla, budou světlomety svítit výše, a tím budou s větší pravděpodobností více oslňovat protijedoucí řidiče vozidel,
- je-li vozidlo zatíženo více v přední části vozidla, budou světlomety svítit níže, a tím se výrazně zkrátí osvětlená plocha před vozidlem. (7, s. 35-36)

V obou případech se zvyšuje možnost vzniku dopravní nehody. V prvním případě dojde k oslnění protijedoucích řidičů vozidel, v druhém nastane možnost vzniku rizika sražení chodce. (7, s. 36)

U modernějších vozidel nastavení světlometů probíhá automaticky, tudíž řidiči tato starost odpadá. Naopak u starších vozidel řidiči musí nastavit světlomety ručně, tedy dle návodu přizpůsobit sklon světlometů v závislosti na typu zatížení vozidla. (7, s. 35-36)

2.9 METODY ZJIŠŤOVÁNÍ DOHLEDNOSTI NA CHODCE

Výzkum zjišťování dohlednosti na chodce byl prováděn mj. i na Ústavu soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně (dále jen ÚSI VUT). V rámci tohoto výzkumu byly mj. zkoumány odlišnosti při dynamickém a statickém měření.

Dynamické měření bylo prováděno v reálném silničním provozu s vozidly, která se pohybovala obvyklou rychlostí. Zařízení pro měření změny úhlu pohledu na chodce bylo vyvinuto rakouskou firmou Viewpointssystem®, GmbH. Měřicí technika se skládala ze speciálních obrouček ve tvaru brýlí, na nichž jsou umístěné dvě kamery, které zaznamenávaly s frekvencí až 25 snímků za sekundu. Pro měření byla použita dvě srovnatelná vozidla značky Škoda, která se lišila světlomety (halogenové a xenonové). Zkoušky se zúčastnilo celkem 8 řidičů obou pohlaví a různé věkové kategorie. Trasa v měřeném úseku asi 29 km propojovalo obce Břeclav-Valtice-Hlohovec. Jednalo se tedy o kombinaci jízd v obcích a mimo obce v rychlostním rozmezí asi 40 až 90 km/h. Jízdy byly realizovány převážně za tmy při různých povětrnostních podmínkách. (25, s. 122-127)



Obr. č. 20 - Příklad směru úhlu pohledu řidiče ve vozidle s potkávacími (vlevo) a dálkovými světly (vpravo) (25, s. 127)

Statické měření bylo provedeno se shodnými vozidly a stejnými figuranty jako při měření jízdních zkoušek v dynamických podmínkách. Měření byla také realizována s potkávacími a dálkovými světly. Pozice jednotlivých figurantů byly na stejných místech jako u dynamického měření. Princip měření spočíval v tom, že vozidlo bylo umístěno do pravého jízdního pruhu se zapnutými potkávacími světlomety na takovou vzdálenost, aby řidič vozidla nemohl spatřit figuranta. Vzájemný pohyb vozidla a figuranta byl proveden velmi nízkou rychlostí vozidla, které se pomalu blížilo k figurantovi. Vozidlo bylo zastaveno v okamžiku, kdy se posádka vozidla shodla, že bylo možné poprvé rozpoznat figuranta na vozovce. Vzdálenost mezi vozidlem a figurantem byla změřena pomocí kalibrovaného měřicího kolečka německého výrobce GOTTlieb NESTLE, GmbH.

Použitou měřicí technikou byl přístroj luxmetr zn. Metra PV-550 pro měření intenzity osvětlení a pro měření jasu byl použit jasoměr zn. Minolta LS-110. (25, s. 127-129)

Experimentální výzkum ukázal, že metoda Viewpointssystem® je prospěšně využitelná při snížené viditelnosti. Ze zjištěných výsledků obou měření se ukázalo, že měření ze stojícího vozidla nebo vozidla jedoucího běžnou povolenou rychlostí zpravidla nezhoršuje možnost spatření chodce na vozovce. U dynamického pohybu vozidla se zapnutými potkávacími světlomety může vlivem jeho houpání dojít k ovlivnění možnosti dřívějšího uvidění chodce. Měřením bylo také dokázáno, že ne vždy s vozidlem s xenonovými výbojkami dochází k dřívějšímu rozpoznání figuranta než s vozidlem s běžnými halogenovými žárovkami. (25, s. 137-141)

Statické zkoušky, které bývají často využívány při realizaci vyšetřovacího pokusu pro objasnění příčiny dopravní nehody vozidla s chodcem, budou i předmětem realizace praktického měření v rámci této práce. Průběh statického měření popisuje metodika *Zjišťování dohlednosti na chodce za viditelnosti snížené tmou* (příloha 1), která vznikla na ÚSI VUT. (20) Návrh a realizace experimentu, potřebného pro řešení této práce, bude z této metodiky vycházet.

Pro měření vzdálenosti u statického měření slouží digitální krokoměr, pro měření intenzity osvětlení luxmetr. Přístroj jasoměr slouží pro měření jasu. Při těchto zkouškách je měřena vzdálenost, při které lze chodce poprvé vidět buď ze stojícího vozidla, anebo z velmi pomalu jedoucího vozidla. (20)

Z bezpečnostního hlediska nesmí být při zkoušce ohrožen figurant, proto se tato měření musí provádět s vozidlem, které se pohybuje velmi nízkou rychlostí, než jakou rychlostí se vozidlo pohybovalo při dopravní nehodě. (1, s. 35)

Výsledky těchto zkoušek bývají zpravidla zpochybňovány, neboť rychlost vozidla při provádění experimentu neodpovídá skutečné rychlosti jako při dopravní nehodě. Z tohoto důvodu jsou pochybnosti v tom, že řidič jedoucí nízkou rychlostí by měl dostatek času na rozpoznání figuranta a zároveň by věděl, na jakém místě se nachází. (1, s. 35)

2.10 SHRNUÍ SOUČASNÉHO STAVU

V úvodu teoretické části diplomové práce je zmíněn podíl lidského faktoru na dopravních nehodách a možné příčiny nehod. Pro představu o množství dopravních nehod jsou uvedeny i názorné grafy popisující nehodovost. V analýze dopravních nehod vozidel s chodci je vždy podstatný okamžik, kdy řidič vozidla mohl poprvé spatřit chodce na vozovce. Tento závisí na mnoho výše popsaných faktorech, spojených se samotným řidičem, vozidlem i okolím. Z provedené

analýzy současného stavu vyplývá, že žádný z prováděných výzkumů se nijak nezabýval zjišťováním okamžiků, ve kterých řidiči detekují, rozpoznávají a identifikují chodce na vozovce. Tyto budou v rámci této práce zjišťovány na základě realizovaného experimentu tak, aby výsledky byly přínosné pro využití v analýze dopravních nehod, příp. vedly ke zvyšování dopravní bezpečnosti.

NÁVRH A REALIZACE EXPERIMENTU

3.1 OBECNĚ K EXPERIMENTU

Návrh experimentu vychází z metodiky *Zjišťování dohlednosti na chodce za viditelnosti snížené tmou* (příloha 1). (20)

Experiment byl realizován na 10 řidičích různého pohlaví a věku. Další osoby sloužili jako pomocníci při měření dopravního úseku. Každému z nich byla přiřazena konkrétní činnost. Další 3 osoby plnili funkci figurantů. Tito na sobě měli různě barevné oblečení a byli na stanovišti na pravém okraji vozovky. Ostatní účastníci měření plnili funkci zapisovačů, obsluhy měřicí techniky (digitální krokoměr, luxmetr či fotoaparát se stativem), zajištění bezpečnosti na silnici v obou směrech. Experiment byl prováděn v reálném silničním provozu v pozdních nočních hodinách.

Smyslem experimentu bylo zjišťování vzdálenosti vozidla od chodce ve **třech fázích – detekce, rozpoznání a identifikace** chodce řidičem vozidla.

Řidič se na pokyn pomocníka rozjel vozidlem poté, kdy byl první figurant připraven na své výchozí pozici. Podstatné bylo, aby celou dobu jel řidič nízkou rychlostí, aby při první fázi, **fázi detekce**, mohl okamžitě zastavit. Detekční fáze nastala v okamžiku, kdy byl řidič vozidla schopen rozpoznat jakýkoliv objekt, který se na vozovce nacházel. Po spatření nějakého objektu ihned řidič vozidlo zastavil. Poté byla změřena vzdálenost digitálním kolečkem od přídě vozidla k nejbližší značce staničení a k změřené vzdálenosti přičtena vzdálenost od počátku stupnice. Poté byla pořízena fotografie digitálním fotoaparátem se stativem. Nastavený fotoaparát byl umístěn do polohy odpovídající výšce očí řidiče vedle jeho levých dveří, tak aby situace co nejvíce odpovídala pohledu řidiče. Následně byl pomocníkem předán pokyn druhému pomocníkovi, aby změřil intenzitu osvětlení přístrojem tzv. luxmetrem u měřeného figuranta. Podstatné bylo změřit intenzitu osvětlení ve 4 částech stojícího figuranta, a to v oblasti kotníků, kolen, pasu a ramen. Všechny tyto naměřené hodnoty byly stanoveným zapisovačem zaznamenány. Tímto byla první fáze dokončena a následovala druhá fáze.

V druhé fázi, **fázi rozpoznání**, probíhal sled činností obdobně. Řidič vozidla se pomalu rozjel a nízkou rychlostí jel do doby, než si byl jistý, že skutečně mohl rozpoznat objekt jako osobu. Jako v předchozí fázi bylo vše zdokumentováno, naměřeno a zapsáno pomocníky. Poté následovala třetí fáze.

Třetí fáze, **fáze identifikace**, byla posledním krokem zjišťování dohlednosti na chodce řidičem vozidla. Sled činností probíhal stejným způsobem s tím rozdílem, že v poslední fázi řidič

zastavil vozidlo poté, když mohl s jistotou konstatovat, že sledovanou osobu dokázal identifikovat podle různých kritérií, například dle pohlaví, výšky a dalších detailů.

3.2 PŘÍPRAVA STANIČENÍ

Pro jednodušší měření vzdálenosti byla před konáním experimentu na pravém okraji vozovky vyznačena stupnice, tzv. staničení. Staničení bylo vyznačeno bílou křídou po každém 10metrovém úseku, které bylo odměřené digitálním krokoměrem. Celková délka staničení byla zaznačena začátkem od hodnoty 0 m po hodnotu 200 m. Na startovní značce bylo přistaveno vozidlo, na posledním úseku stál figurant.

3.3 VOZIDLA

Měření bylo realizováno dvěma motorovými vozidly Škoda Octavia s halogenovými světlomety („H“) a Renault Megane s xenonovými světlomety („X“).

Technické údaje o vozidlech jsou znázorněny v následujících tabulkách:

Motorové vozidlo Škoda Octavia:

Tab. č. 4 - Technické údaje vozidla Škoda Octavia

Značka vozidla:	Škoda Octavia III
Typ vozidla:	Osobní - sedan
Barva vozidla:	Bílá
VIN nebo výrobní číslo karoserie:	TMBAB7NE5E0036544
Druh karoserie:	Hatchback
Obsah, druh, výkon motoru:	1197 ccm, benzin, 1.2 TSI 77 kW
Druh a rozměr pneumatik prvomontáže:	Dunlop, 195/65 R 15 91 H
Převodovka:	Manuální
Sklon světel:	1,0 %
Rok výroby:	2013
Počet náprav, z toho hnaných:	2 nápravy, 1 přední pohon
Světla:	Halogenová
Výrobce:	Osram
Žárovka:	H7, 12 V, 55 W

Vozidlo Škoda Octavia bylo vybaveno světlomety s halogenovými žárovkami. Žárovka tohoto vozidla byla typu H7, což představuje světelný tok přibližně 1 500 lm. Jmenovité napětí žárovky je 12 V a jmenovitý příkon 55 W. Předepsaný sklon světlometů je 1,0 %. Symbol sklonu světel byl vyznačen výrobcem pod kapotou vozidla na horní části světlometu. (26)

Motorové vozidlo Renault Megane:

Tab. č. 5 - Technické údaje vozidla Renault Megane

Značka vozidla:	Renault Megane Scenic
Typ vozidla:	Osobní
Barva vozidla:	Černá-metal
Vin nebo výrobní číslo karoserie/ rok výroby:	VF1JMRG0631126659
Druh karoserie:	MPV
Obsah, druh, výkon motoru:	1870 ccm, diesel, 1,9 DCI 88 kW
Druh a rozměr pneumatik prvomontáže:	Barum, 205/55 R 16 91 T
Převodovka:	Manuální
Sklon světel:	1,3 %
Rok výroby:	2005
Počet náprav, z toho hnaných:	2 nápravy, 1 přední pohon
Světla:	Xenonová
Výrobce:	Osram
Žárovka:	Xenonová výbojka - výkon 35W, napětí 12 V, světelný tok 2800 lm, barevná teplota 4300K - neutrální, patice PK32d-3 (27)

Vozidlo Renault Megane bylo vybaveno světlomety s xenonovými výbojkami od značky Osram. Sklon světel byl uveden podle výrobce 1,3 %. Jmenovité napětí žárovky je 12 V a jmenovitý příkon 35 W. Svítivost uvedené žárovky dosahuje až 2 800 lm. Uvedená žárovka vyzařuje neutrální bílou barvu, která se podobá dennímu světlu. (27)

3.4 FIGURANTI

Figuranti měli za úkol postavit se na vymezené stanoviště k pravému okraji vozovky ve směru jízdy vozidla, kde měli simulovat pohyb chodce na místě. Účastníci experimentu byli různé věkové kategorie a pohlaví (2 ženy a 1 muž). Figuranti (označení P1 až P3) byli oblečeni v různě barevném oblečení, viz následující obrázky.

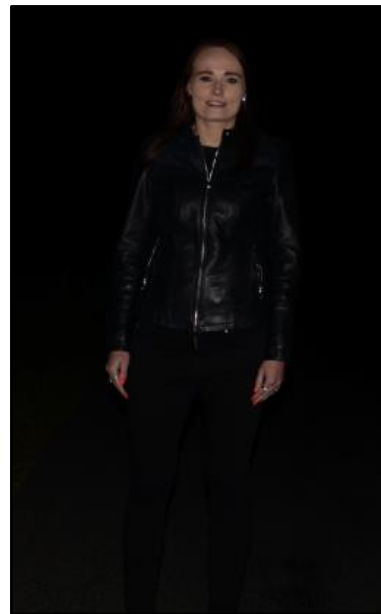
Popis jednotlivých figurantů:



*Obr. č. 21 - Figurant P1
s reflexními prvky*



*Obr. č. 22 - Figurant P2
v běžném oblečení*



*Obr. č. 23 - Figurant P3
v černém oblečení*

FIGURANT P1 – figurant s reflexní vestou a reflexními prvky

Prvním figurantem byl mladý muž. Měl na sobě bílou obuv, tmavě modré kalhoty a tmavou bundu, na které měl oblečenou zelenou reflexní vestu. Na nohou i rukou měl připevněné dva páry reflexních pásků zelené barvy. Na hlavě měl reflexní zelenou kšiltovku.

FIGURANT P2 – figurant v běžném oblečení

Druhým figurantem byla žena středního věku, která měla oblečenou červenou bundu, modré kalhoty a šedobílou obuv.

FIGURANT P3 – figurant v černém oblečení

Třetím figurantem byla mladá žena, která měla na sobě černou obuv, taktéž i černé kalhoty a černou bundu.

3.5 ŘIDIČI

Charakteristika jednotlivých řidičů zúčastněných při měření na základě jejich osobních zkušeností s řízením vozidla a zdravotního stavu jednotlivce je uvedena níže. Měření probíhala náhodným výběrem jednotlivých řidičů.

1) Řidič č. 1

První řidič středního věku má letité zkušenosti s řízením vozidla, jezdí pravidelně, nemá zrakové problémy.

2) Řidič č. 2

Druhý řidič je muž středního věku. Nebyla mu lékařem diagnostikovaná žádná zraková vada. Je to zkušený řidič, jezdí pravidelně.

3) Řidič č. 3

Třetí řidič je mladý muž. Jezdí pravidelně, zkušený. Má diagnostikovanou zrakovou vadu - krátkozrakost.

4) Řidič č. 4

Čtvrtý řidič je žena středního věku, jezdí jen výjimečně, nemá s řízením vozidla dostatečně bohaté zkušenosti.

5) Řidič č. 5

Pátý řidič je velmi zkušený řidič s bohatými zkušenostmi s řízením vozidla. Jezdí již přes 30 let. Jedná se o řidiče mírně pokročilého věku. Nemá žádnou zrakovou vadu.

6) Řidič č. 6

Šestý řidič je muž středního věku, který řídí přibližně přes 15 let, je zkušený, má při řízení občasné problémy se zrakem, ale nemá diagnostikovanou zrakovou vadu.

7) Řidič č. 7

Sedmým řidičem je žena středního věku. Jedná se o méně zkušenou řidičku, jelikož nejezdí pravidelně, ale příležitostně. Nemá diagnostikovanou zrakovou vadu.

8) Řidič č. 8

Jedná se o mladého muže. Často jezdí, zkušený, bez zrakové vady.

9) Řidič č. 9

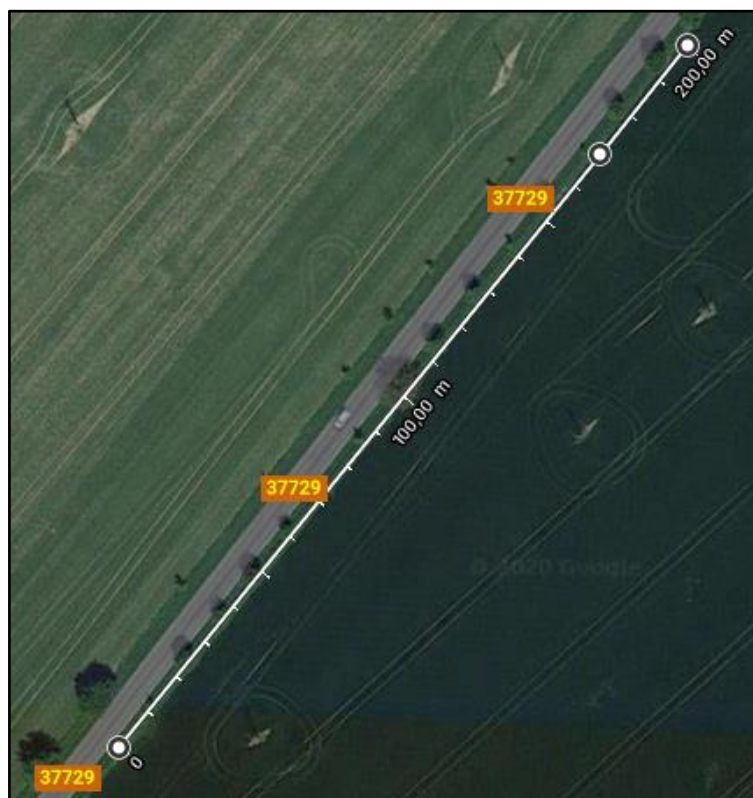
Devátým řidičem je mladá žena. Jezdí pravidelně. Nemá žádnou zrakovou vadu.

10) Řidič č. 10

Desátým řidičem je mladý muž. Je zkušený, jezdí pravidelně. Je řidič z povolání. Nemá žádnou zrakovou vadu.

3.6 ZKUŠEBNÍ TRASA

Měření bylo realizováno na přelomu měsíců srpen-září na silnici III. třídy č. 37729 za městem Vyškovem směrem na obec Radslavice. Jednalo se o vozovku širokou 5,5 m s minimálním sklonem. Povrch vozovky tvořil asfalt. Stav vozovky byl vyhovující s občasnými nerovnostmi, povrch vozovky byl suchý. V době měření byly atmosférické podmínky dobré, noční obloha byla skoro jasná až polojasná, venkovní teplota dosahovala okolo 16-21°C. Experiment byl prováděn v reálném silničním provozu v noční době.



Obr. č. 24 - Zkušební trasa (28)

3.7 POUŽITÁ MĚŘICÍ TECHNIKA

- ❖ **Digitální fotoaparát** (zrcadlovka) Nikon D 7000 s objektivem a zoomem AF-S DX NIKKOR 18-105 mm f/3.5-5.6G ED VR a stativem.
- ❖ **Digitální kolečko** DigiRoller Plus II Digital Measuring Wheel, model 6425 od značky Calculated Industries. Přesnost 0,1 %. Průměr kolečka 300 mm, Měřicí rozsah od 0 do 999 999,99 m.
- ❖ **Digitální luxmetr** PU 550 – přístroj na měření intenzity osvětlení s měřicí rozsahy 20, 200, 2 000, 20k, 100k. Přesnost: +/-0.5 % MH +/-0.5 % MR + celková chyba sondy. Výrobce je Metra Blansko a.s.

3.8 JÍZDNÍ ZKOUŠKY

Jízdní zkoušky na zjišťování dohlednosti na chodce byly realizovány nejprve vozidlem Škoda Octavia s halogenovými světlomety, které byly dále srovnávány s vozidlem Renault Megane s xenonovými světlomety. Experimentu se zúčastnilo 10 řidičů. Při pořizování fotografií byl digitální fotoaparát se stativem nastaven do polohy odpovídající výšce očí jednotlivých řidičů.

Srovnání dosahu potkávacích a dálkových halogenových světel u vozidla Škoda Octavia:



Obr. č. 25 - Potkávací světla vozidla Škoda Octavia



Obr. č. 26 - Dálková světla vozidla Škoda Octavia

Měření bylo provedeno pouze s potkávacími světlomety. Při měření byl fotoaparát nastaven na požadované funkce tak, aby situace co nejvíce odpovídala skutečným podmínkám v měřeném místě v závislosti na čase a množství dopadajícího světla. Digitální fotoaparát byl nastaven převážně při těchto hodnotách: rychlost ISO-1600, závěrka clony f/3.5 a délka expozice byla 1/3 sec.

PREZENTACE VÝSLEDKŮ

4.1 VÝSLEDKY MĚŘENÍ I – ŠKODA OCTAVIA

Každý řidič měl postupně v jednotlivých fázích detekovat, rozpoznat a identifikovat tři figuranty, a to v tomto pořadí:

- figurant v černém oblečení,
- figurant v běžném oblečení,
- figurant s reflexními prvky.

Po realizaci všech jízdních zkoušek s vozidlem Škoda Octavia s halogenovými světlomety byly srovnány jednotlivé fáze všech řidičů u vybraného figuranta v daném oblečení. Výsledky jsou přehledně zpracovány v následujících grafech a tabulkách.

4.1.1 Figurant v černém oblečení

Figurantem, který byl oblečen v černém oblečení, byla mladá žena.

Fáze detekce

V následující **tab. č. 6** lze vidět, že řidič č. 4 detekoval figuranta v černém oblečení nejpozději ze všech řidičů, tedy na nejkratší vzdálenost. Tato vzdálenost vozidla od figuranta činí 32 m. Naopak řidič č. 5, který je velmi zkušeným řidičem, dokázal detekovat objekt na vozovce již ve vzdálenosti 50 m.

Tab. č. 6 – Figurant v černém oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety

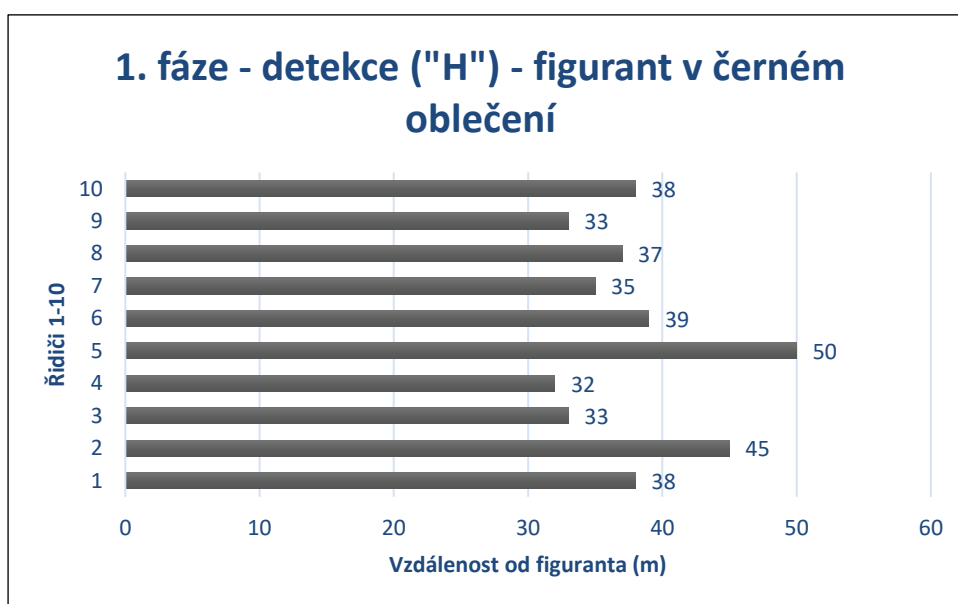
Řidič – černé („H“)	1	2	3	4 - MIN	5 - MAX	6	7	8	9	10
Detekce (m)	38	45	33	32	50	39	35	37	33	38

Celkové rozmezí vzdáleností, ve kterých detekovali jednotliví řidiči figuranta v černém oblečení jako objekt na vozovce, je od 32 do 50 m.



Obr. č. 27 - Řidič č. 5 - detekce - 50 m - halogenové světlomety

Na níže uvedeném **grafu č. 5** je srovnání první fáze detekce u všech řidičů. Průměrná vzdálenost činí 38 m.



Graf č. 5 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety

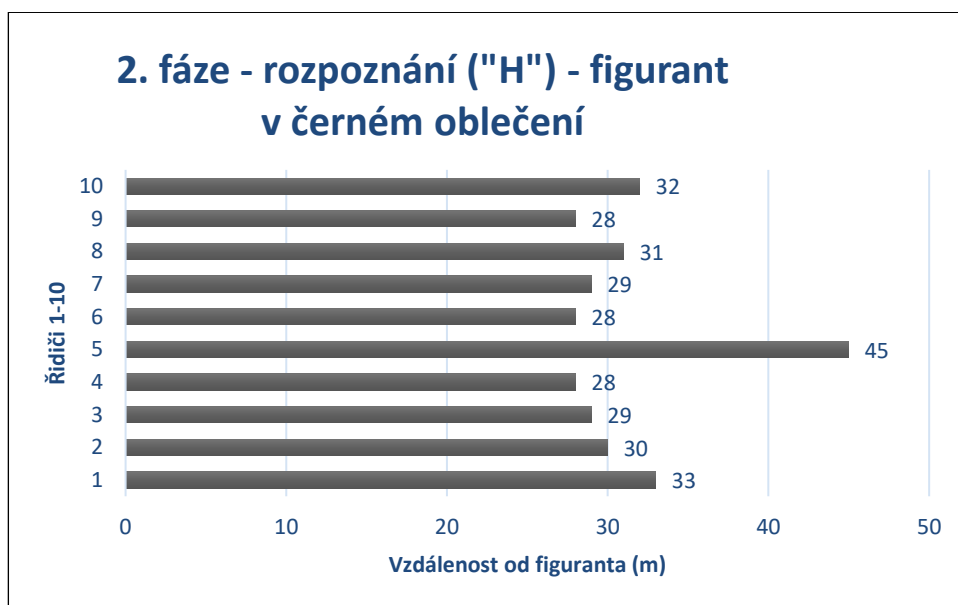
Fáze rozpoznání

Další **tab. č. 7** ukazuje, v jaké vzdálenosti rozpoznali řidiči figuranta jako osobu. Je zřejmé, že řidič č. 5 opět rozpoznal figuranta jako osobu na vozovce nejdříve, a to ve vzdálenosti 45 m od figuranta. Řidiči č. 4, 6 a 9 rozpoznali osobu až ve vzdálenosti 28 m před figurantem.

Tab. č. 7 - Figurant v černém oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

Řidič - černé („H“)	1	2	3	4 - MIN	5 - MAX	6 - MIN	7	8	9 - MIN	10
Rozpoznání (m)	33	30	29	28	45	28	29	31	28	32

Jak je vidět v **grafu č. 6**, naměřená hodnota řidiče č. 5 podstatně převyšuje od ostatních hodnot dalších řidičů. Tento řidič středního věku s řadou zkušeností dokázal nejrychleji rozpoznat figuranta v černém oblečení jako osobu stojící v prostoru vozovky. Nejkratší vzdálenost, jako u první fáze, pro rozpoznání figuranta vykazoval opět řidič č. 4, a to 28 m. Tato vzdálenost, 28 m, je i u řidičů č. 6 a č. 9.



Graf č. 6 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

Průměrná hodnota rozpoznání u všech řidičů je přibližně 31,3 m. Pro názornou představu to lze pozorovat u figuranta v černém oblečení, který byl rozpoznán ve vzdálenosti 31 m řidičem č. 8, viz **obr. č. 28**.



Obr. č. 28 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 31 m - halogenové světlomety

Fáze identifikace

V poslední fázi řidiči identifikovali figuranta podle postavy, pohlaví a dalších detailů.

Na následujícím **obr. č. 29** je vidět, při jaké vzdálenosti byla řidičem č. 6 identifikovaná osoba v černém oblečení jako mladá žena u krajnice vozovky. Tato vzdálenost byla současně nejkratší pro identifikaci mladé ženy. Například řidič č. 2 identifikoval tuto osobu na vzdálenost 16 m před figurantem. Tato vzdálenost (16 m) byla nejdelší v rámci fáze identifikace u všech ostatních řidičů.



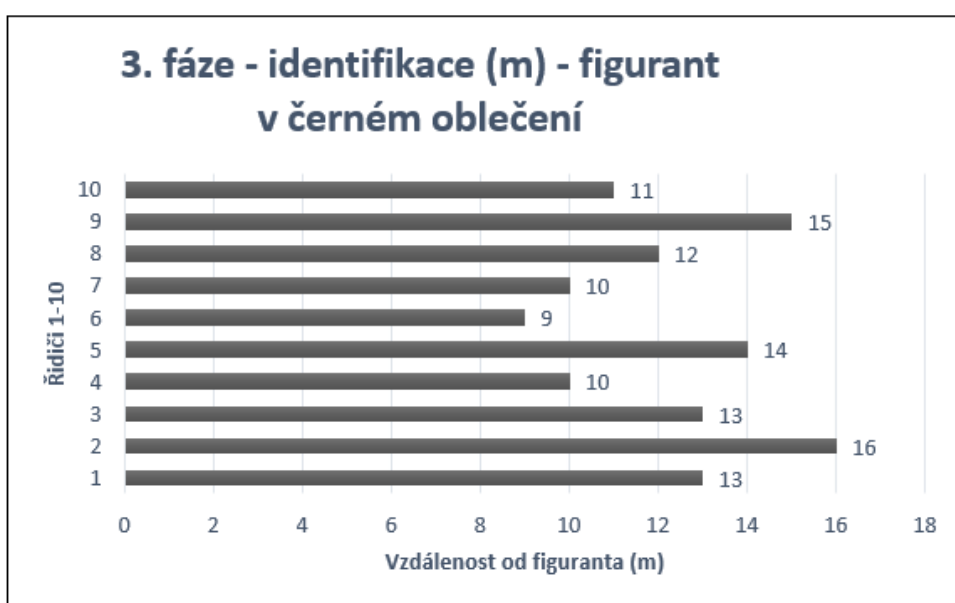
Obr. č. 29 - Řidič č. 6 - identifikace - 9 m - halogenové světlomety

Průměrná hodnota u třetí fáze, fáze identifikace, je u všech deseti řidičů 12,3 m.

Tab. č. 8 - Figurant v černém oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety

Řidič – černé („H“)	1	2 - MAX	3	4	5	6 - MIN	7	8	9	10
Identifikace (m)	13	16	13	10	14	9	10	12	15	11

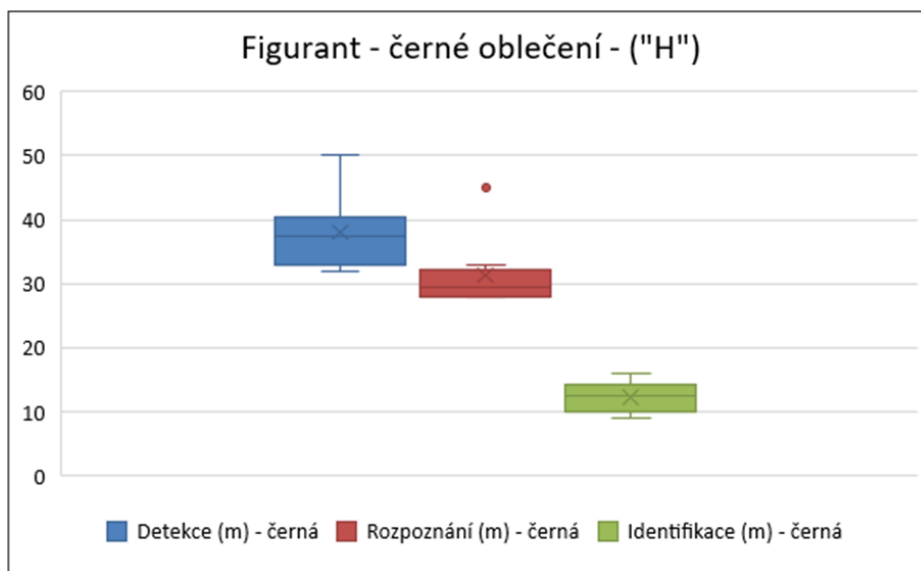
V **grafu č. 7** jsou graficky vyjádřené naměřené hodnoty v místech, ve kterých řidiči identifikovali figuranta v černém oblečení. Na nejdelší vzdálenost identifikovali figuranta na vozovce řidiči č. 2, 5 a 9.



Graf č. 7 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety

Souhrn

V **grafu č. 8** jsou znázorněny souhrnné hodnoty, které byly dosaženy v jednotlivých fázích u figuranta v černém oblečení.



Graf č. 8 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v černém oblečení - halogenové světlomety

Figurant v černém oblečení byl řidiči v průměru detekován na vzdálenost 38 m, rozpoznán na 31,3 m a identifikován na 12,3 m. Minimální vzdálenost detekce byla 32 m, rozpoznání 28 m a identifikace 9 m.

U každého figuranta byla dále změřena ve čtyřech oblastech lidského těla intenzita osvětlení tzv. luxmetrem. V tomto případě se jednalo o figuranta v černém oblečení, který byl detekován, rozpoznán a identifikován řidičem č. 1. Naměřené hodnoty jsou uvedené v **tab. č. 9**, ve které si lze všimnout, že největší intenzity osvětlení byly dosaženy v místech, když figurant stál co nejbližší světlometům vozidla. Ve všech třech fázích si lze povšimnout, že největších hodnot bylo naměřeno v oblasti kotníků a dále v oblasti kolen, pasu a ramen.

Tab. č. 9 - Intenzity osvětlení u figuranta v černém oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 1) - halogenové světlomety

Figurant („H“) - černé oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	38	8,34	2,12	1,08	0,42
2. fáze (rozpoznání)	33	18,51	2,67	1,13	0,64
3. fáze (identifikace)	13	177,30	88,40	4,82	3,13

Z tabulky je patrné, že intenzita osvětlení je značná již při změně z 13 m (fáze identifikace) na 33 m (fáze rozpoznání), kdy se hodnota snížila téměř po 20 m přibližně o 159 lx v oblasti kotníků. U ostatních měřených oblastí lidského těla jsou změny hodnot podobné.

4.1.2 Figurant v běžném oblečení

Figurantem v běžném oblečení byla žena středního věku.

Fáze detekce

Z **tab. č. 10**, viz níže, lze vyčíst, že řidiči č. 1 a č. 5 detekovali figuranta v běžném oblečení rychleji než ostatní řidiči, ve shodné vzdálenosti 64 m od polohy figuranta. Jednalo se opět o řidiče středního věku, kteří neměli oční vadu a měli řadu zkušeností s řízením vozidla. Co se týká řidiče č. 6, byl středního věku, byl zkušený a neměl žádnou zrakovou vadu. Tento řidič detekoval figuranta o 7 m blíže než řidiči č. 1 a č. 5.

Tab. č. 10 - Figurant v běžném oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety

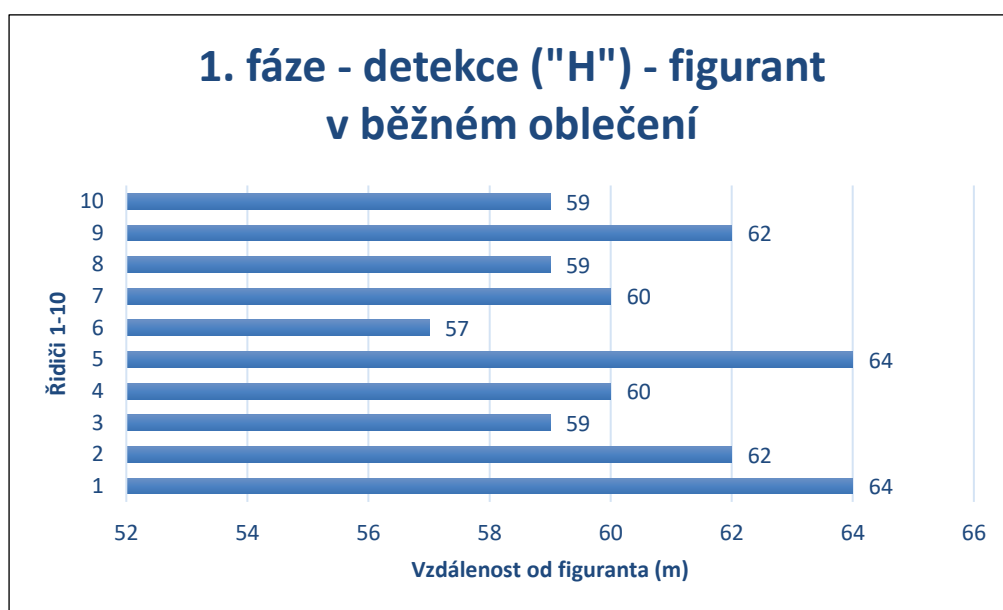
Řidič - běžné („H“)	1 - MAX	2	3	4	5 - MAX	6 - MIN	7	8	9	10
Detekce (m)	64	62	59	60	64	57	60	59	62	59

Průměrná vzdálenost činila 60,6 m. Na následujícím **obr. č. 30** je vidět pohled řidiče č. 4 (vzdálenost 60 m), který detekoval figuranta jako objekt nacházející se v prostoru vozovky.



Obr. č. 30 - Řidič č. 4 - detekce - 60 m - halogenové světlomety

Z následujícího **grafu č. 9** je patrné, že řidiči č. 1, 2, 5 a 9 detekovali objekt na vozovce na mnohem delší vzdálenost než ostatní řidiči.



Graf č. 9 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety

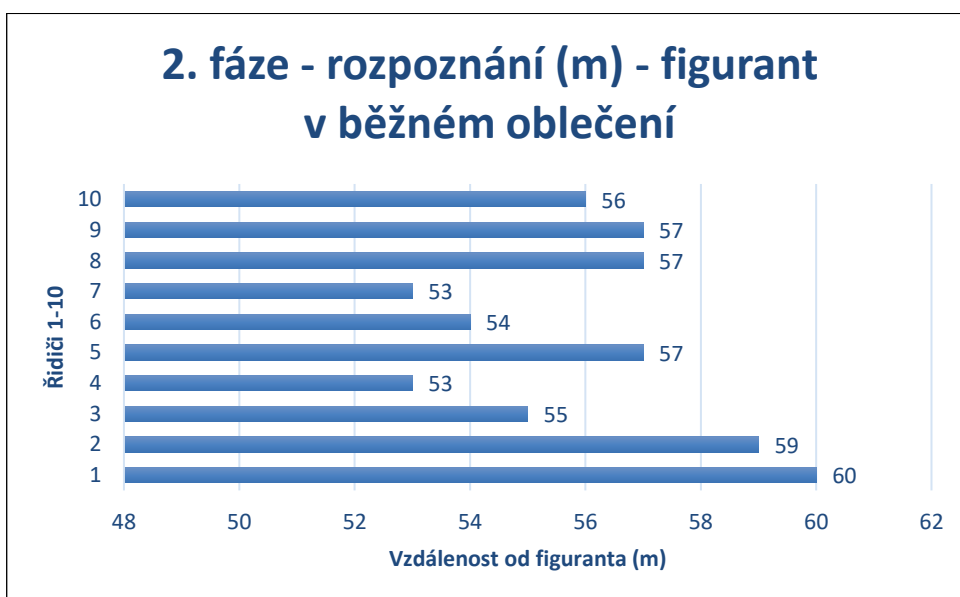
Na **obr. č. 31** lze pozorovat pohled řidiče č. 5, který detekoval objekt ve vzdálenosti 64 m (stejně jako řidič č. 1).



Obr. č. 31 - Řidič č. 5 - detekce - 64 m - halogenové světlomety

Fáze rozpoznání

Naměřené hodnoty ve fázi rozpoznání jsou zobrazené na následujícím **grafu č. 10**. Na nejdelší vzdálenost rozpoznali figuranta na vozovce řidiči č. 1 a č. 2.



Graf č. 10 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

V následné **tab. č. 11** jsou znázorněny číselné hodnoty těchto vzdáleností, které jsou uvedené v grafu viz výše.

Tab. č. 11 - Figurant v běžném oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

Řidič – běžné („H“)	1 - MAX	2	3	4 - MIN	5	6	7 - MIN	8	9	10
Rozpoznání (m)	60	59	55	53	57	54	53	57	57	56

Z tabulky lze vyčíst, že řidič č. 1 rozpoznal figuranta jako osobu na vozovce v nejdelší vzdálenosti. Na **obr. č. 32** je zobrazen pohled řidiče v místě, ve kterém dokázal rozpoznat figuranta v běžném oblečení.



Obr. č. 32 - Řidič č. 1 - rozpoznání - 60 m - halogenové světlomety

Řidič č. 1 rozpoznal figuranta na základě obrysu těla v tmavém prostředí. Světlomety dobře nasvítily figurantovi kalhoty a bílou obuv. Figurantova červená bunda dobře vyčnívala z tmavého pozadí, a tak mohl řidič s velkou pravděpodobností konstatovat, že se jedná o osobu.

V opačném případě řidiči č. 4 a č. 7 rozpoznali figuranta v krátké vzdálenosti. Jednalo se o řidiče méně zkušené, kteří využívají osobní vozidlo jen příležitostně. Pohled řidiče č. 7 je znázorněn na **obr. č. 33**.



Obr. č. 33 - Řidič č. 7 - rozpoznání - 53 m - halogenové světlomety

Na **obr. č. 33** je velmi dobře vidět postava člověka. Červená bunda již dobře vystupuje z tmavého pozadí. Světle modré kalhoty jsou dobře nasvícené, stejně tak i bílá obuv, která už byla dobře viditelná ve fázi detekce.

Průměrná hodnota vzdáleností jednotlivých řidičů ve fázi rozpoznání byla 56,1 m.

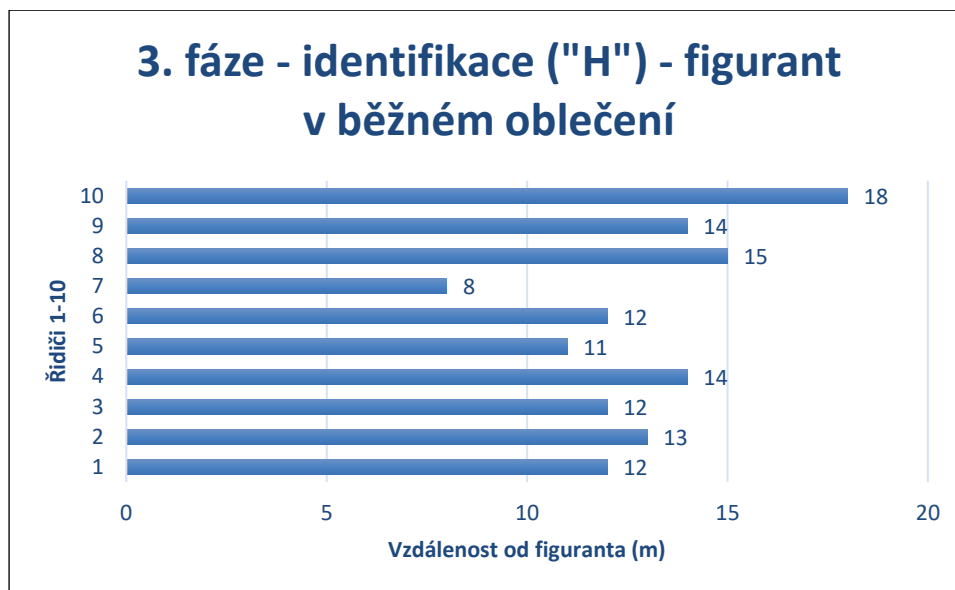
Fáze identifikace

Po fázi rozpoznání následuje poslední fáze, a to **fáze identifikace**. Dosažené hodnoty z měření jsou uvedeny v následující **tab. č. 12**.

Tab. č. 12 - Figurant v běžném oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety

Řidič – běžné („H“)	1	2	3	4	5	6	7 - MIN	8	9	10 - MAX
Identifikace (m)	12	13	12	14	11	12	8	15	14	18

V níže uvedeném **grafu č. 11** jsou graficky vyjádřené naměřené hodnoty v místech, ve kterých řidiči identifikovali figuranta v běžném oblečení. V této fázi šlo především o subjektivní vnímání jednotlivce jako řidiče, podle čeho identifikoval chodce, zda podle tváře, postavy, vlasů a podobně.



Graf č. 11 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety

V této fázi vyšly zajímavé výsledky. Řidiči, kteří jsou méně zkušení a nejezdí často, identifikovali osobu podle různých detailů lépe než řidiči, kteří jsou zkušení, často jezdí a mají dobrý zrak. Řidič č. 10 identifikoval osobu z nejdelší vzdálenosti, a to ze vzdálenosti 18 m.



Obr. č. 34 - Řidič č. 10 - identifikace - 18 m - halogenové světlomety

Na dalším obrázku (viz **obr. č. 35**) je znázorněn pohled řidiče č. 7 na figuranta, který jej identifikoval v mnohem kratší vzdálenosti, a to až při 8 m.

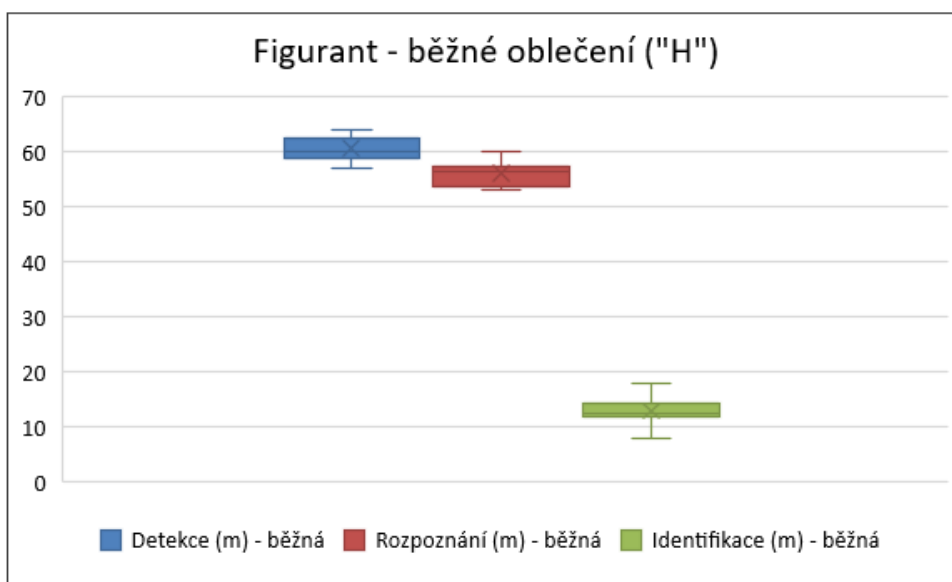


Obr. č. 35 - Řidič č. 7 - identifikace - 8 m - halogenové světlomety

Řidič č. 10 identifikoval figuranta podle postavy, oblečení, zatímco řidič č. 7 identifikoval figuranta podle jiných kritérií, podle dostatečně viditelného obličeje a vlasů.

Souhrn

V **grafu č. 12** jsou znázorněny souhrnné hodnoty vzdáleností, které byly dosaženy v jednotlivých fázích u figuranta v běžném oblečení.



Graf č. 12 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v běžném oblečení - halogenové světlomety

Figurant v běžném oblečení byl řidiči v průměru detekován na vzdálenost 60,6 m, rozpoznán na 56,1 m a identifikován na 12,9 m. Minimální vzdálenost detekce byla 57 m, rozpoznání 53 m a identifikace 8 m.

Obdobně jako u figuranta v celém černém oblečení byla měřena intenzita osvětlení také u figuranta v běžném oblečení. Hodnoty u jednotlivých oblastí lidského těla se příliš nelišily od oblastí figuranta v černém oblečení. Největší intenzity osvětlení byly naměřeny u figuranta v tomto pořadí: kotníky-kolena-pas-ramena.

Tab. č. 13 - Intenzity osvětlení u figuranta v běžném oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 2) - halogenové světlomety

Figurant - běžné oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	62	0,97	0,88	0,51	0,33
2. fáze (rozpoznání)	59	1,27	1,12	0,55	0,36
3. fáze (identifikace)	13	175,20	88,36	4,80	3,13

4.1.3 Figurant s reflexními prvky

Třetím figurantem s reflexními prvky byl mladý muž.

Fáze detekce

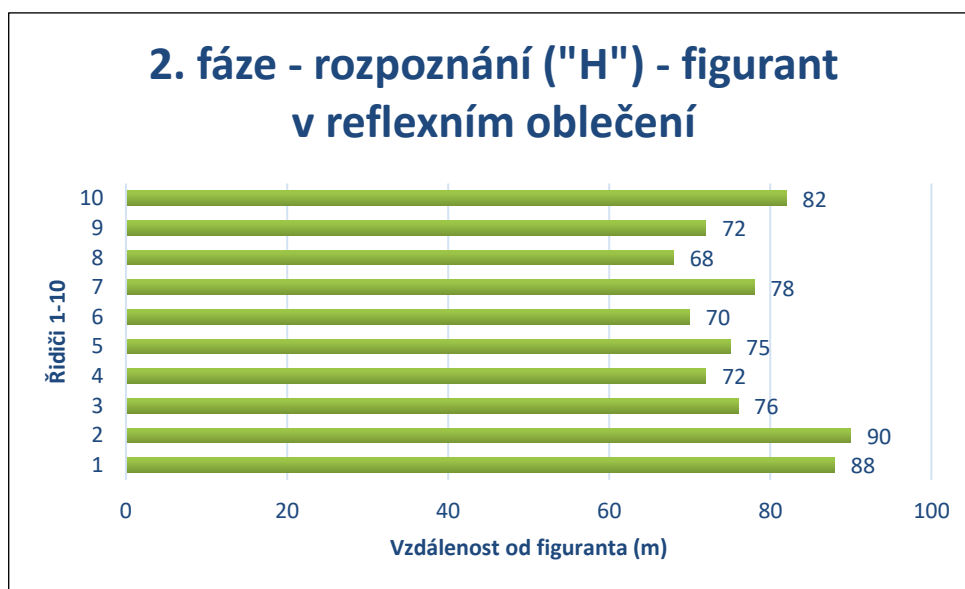
Každý řidič detekoval objekt již ve vzdálenosti větší než 200 m, proto byla u všech řidičů u fáze detekce uvažována shodně hodnota 200 m. Na **obr. č. 36** je znázorněna situace ve fázi detekce u řidiče č. 3.



Obr. č. 36 - Řidič č. 3 - detekce - 200 m - halogenové světlomety

Fáze rozpoznání

Z **tab. č. 14** a **grafu č. 13** je patrná hodnota minimální a maximální vzdálenosti, při jaké byli řidiči schopni rozpoznat objekt jako osobu. Řidič č. 2 ji rozpoznal nejdříve, a to už ve vzdálenosti 90 m, řidič č. 8 nejpozději, a to až při 68 m.



Graf č. 13 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

Tab. č. 14 - Figurant s reflexními prvky - fáze rozpoznání - halogenové světlomety

Řidič – reflexní („H“)	1	2 - MAX	3	4	5	6	7	8 - MIN	9	10
Rozpoznání (m)	88	90	76	72	75	70	78	68	72	82

Většina řidičů konstatovala, že při rozpoznání figuranta měla problémy s tím, zda uviděli reflexní značku, či skutečnou osobu. Někteří rozpoznali osobu okamžitě na základě uspořádaných reflexních prvků souměrně po těle figuranta.

Dále je uvedeno srovnání dvou vzdáleností, při jakých řidiči rozpoznali figuranta jako osobu nejdříve (řidič č. 2) a nejpозději (řidič č. 8).



Obr. č. 37 - Řidič č. 2 - rozpoznání - 90 m - halogenové světlomety

Na **obr. č. 37** řidič č. 2 rozpoznal figuranta ve vzdálenosti 90 m. Podle jeho vyjádření si nebyl jistý až do této vzdálenosti, zda se vyskytovala na vozovce přenosná reflexní značka, nebo se jednalo o skutečnou osobu v reflexní vestě a s dalšími reflexními prvky.

Na dalším **obr. č. 38** je figurant rozpoznán mnohem později. Řidič č. 8 konstatoval ve vzdálenosti 68 m od figuranta, že si byl jistý, že se skutečně jedná o osobu, a ne o nějakou dopravní přenosnou značku.



Obr. č. 38 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 68 m - halogenové světlomety

Na **obr. č. 38** je patrná souměrnost reflexních prvků po celém těle figuranta, tedy na horních a dolních končetinách, kolem hrudi a na hlavě.

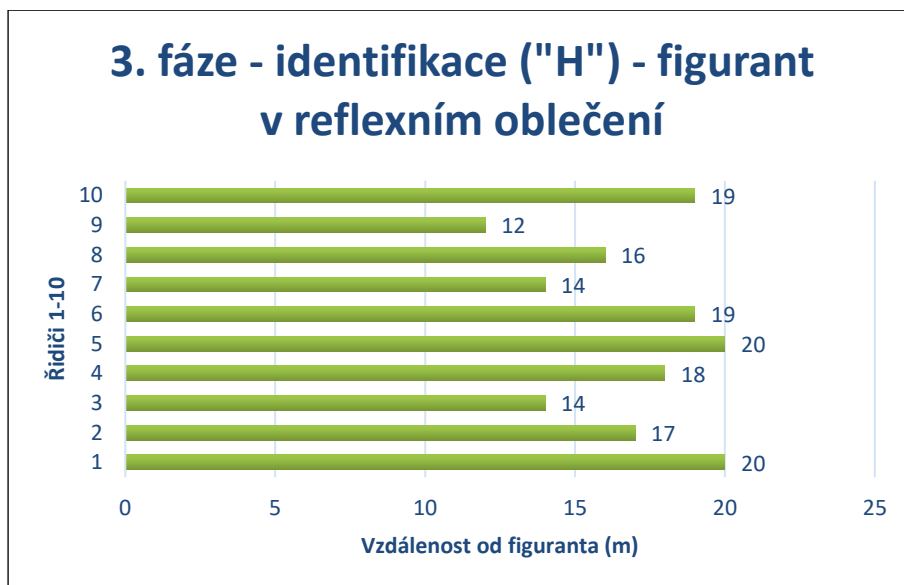
Fáze identifikace

Z **tab. č. 15** vyplývá, že řidiči č. 1 a č. 5 identifikovali figuranta jako mladého muže v nejdelší vzdálenosti. Oproti tomu řidič č. 9 identifikoval figuranta jako muže o 8 m blíže k figurantovi. Zde šlo také o subjektivní pohled jednotlivých řidičů, zda identifikovali figuranta jen podle stavby těla či oblečení nebo se zaměřili více na detailnější prvky, např. na obličej figuranta.

Tab. č. 15 - Figurant s reflexními prvky - fáze identifikace - halogenové světlomety

Řidič - reflexní („H“)	1 - MAX	2	3	4	5 - MAX	6	7	8	9 - MIN	10
Identifikace (m)	20	17	14	18	20	19	14	16	12	19

V následujícím **grafu č. 14** je přehled všech vzdáleností, které byly naměřeny u konkrétních řidičů v rámci fáze identifikace.

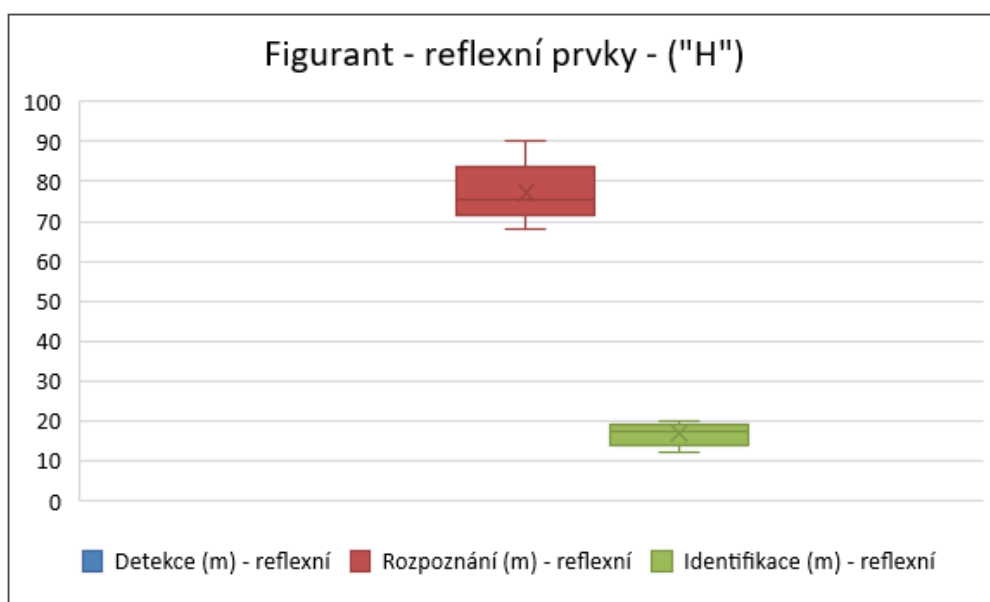


Graf č. 14 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze identifikace - halogenové světlomety

Naměřené hodnoty vzdáleností se pohybovaly od 12 m do 20 m. Největší hodnoty byly naměřeny u řidičů č. 1, 5, 6 a 10, kteří jsou zkušenější řidiči s dobrým zrakem. Řidiči č. 3 a č. 7 vykazovali menší hodnoty.

Souhrn

V grafu č. 15 jsou znázorněny souhrnné hodnoty vzdáleností, které byly dosaženy v jednotlivých fázích u figuranta s reflexními prvky.



Graf č. 15 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta s reflexními prvky - halogenové světlomety

Figurant s reflexními prvky byl řidiči detekován na vzdálenost větší než 200 m, rozpoznán v průměru na 77,1 m a identifikován na 16,9 m. Minimální vzdálenost rozpoznání figuranta byla 68 m a identifikace 12 m.

Jako u předešlých figurantů, tak i nyní byla změřena intenzita osvětlení. Největší intenzity bylo dosaženo lehce nad úrovní vozovky, tedy v oblasti kotníků a kolen, naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny v oblasti pasu a ramen, tedy ve vyšší úrovni od povrchu vozovky. Naměřené hodnoty ve čtyřech oblastech lidského těla u figuranta s reflexními prvky, který byl detekován, rozpoznán a identifikován řidičem č. 10, jsou uvedeny v následující **tab. č. 16**.

Tab. č. 16 - Intenzity osvětlení u figuranta s reflexními prvky ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 10) - halogenové světlomety

Figurant - reflexní oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	200	0,01	0,01	0,00	0,00
2. fáze (rozpoznání)	82	0,35	0,26	0,21	0,17
3. fáze (identifikace)	19	92,60	24,75	2,32	1,75

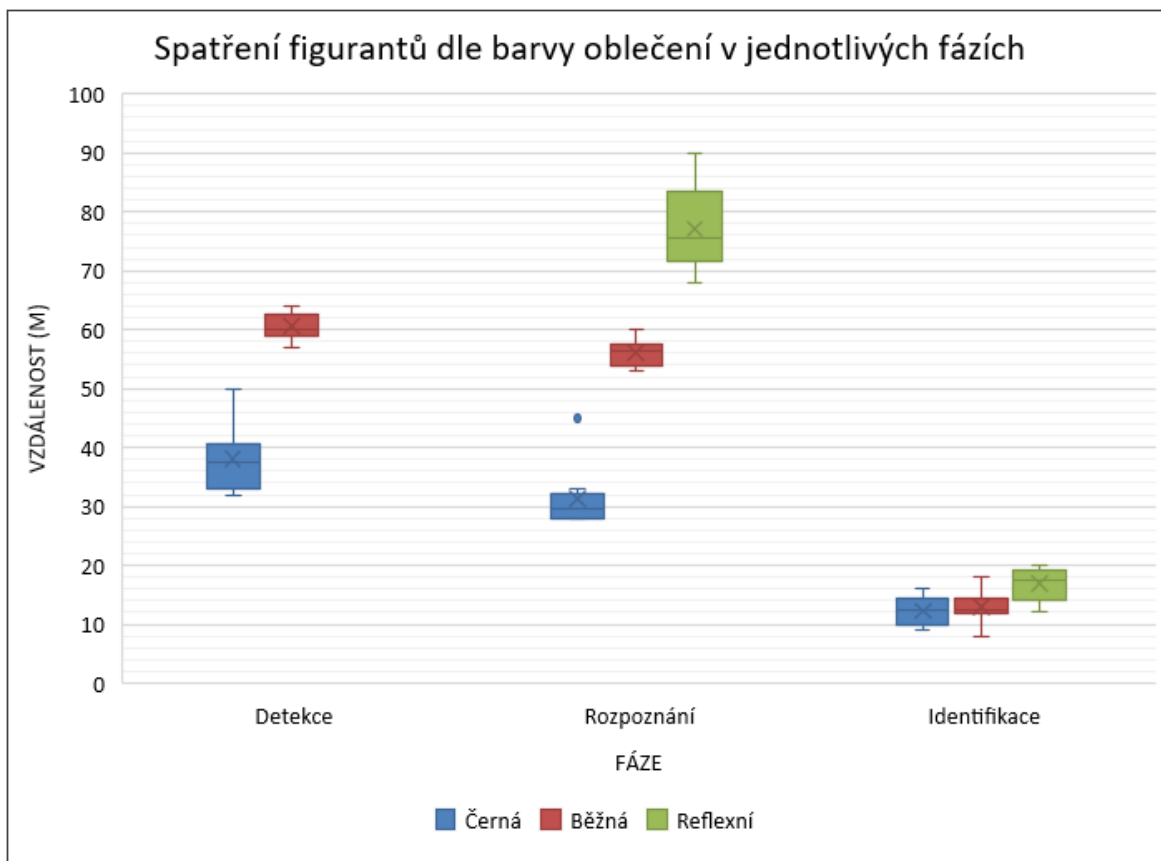
4.1.4 Shrnutí výsledků měření I

V níže uvedené **tab. č. 17** je souhrnný přehled vzdáleností jednotlivých fází deseti řidičů, kteří detekovali, rozpoznali a identifikovali figuranty v různě barevném oblečení vozidlem s halogenovými světlomety.

Tab. č. 17 - Souhrnné hodnoty všech naměřených vzdáleností v jednotlivých fázích

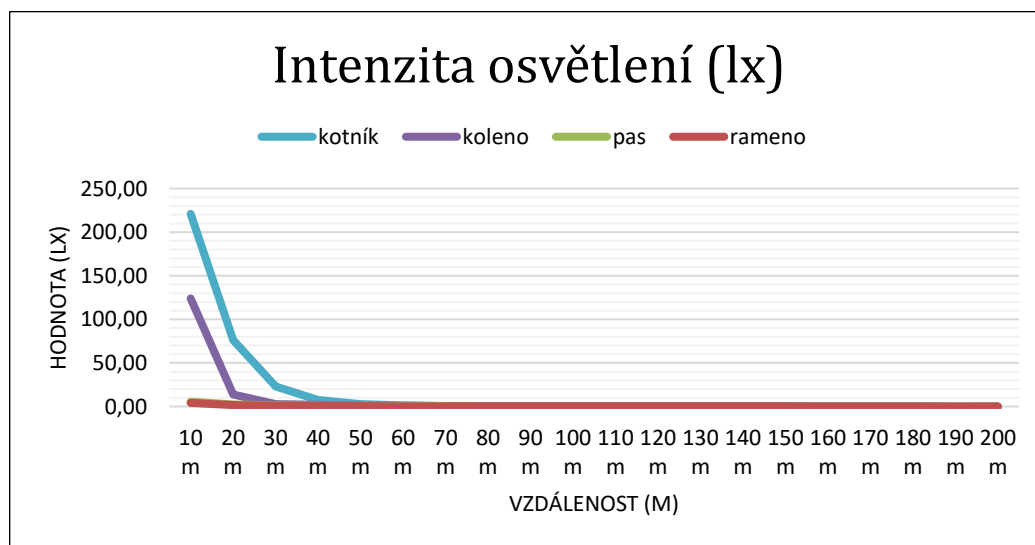
Figurant	Fáze	Ř1	Ř2	Ř3	Ř4	Ř5	Ř6	Ř7	Ř8	Ř9	Ř10
		Vzdálenost (m)									
Černé oblečení ("H")	Detekce – černá	38	45	33	32	50	39	35	37	33	38
	Rozpoznání – černá	33	30	29	28	45	28	29	31	28	32
	Identifikace – černá	13	16	13	10	14	9	10	12	15	11
Běžné oblečení ("H")	Detekce – běžná	64	62	59	60	64	57	60	59	62	59
	Rozpoznání – běžná	60	59	55	53	57	54	53	57	57	56
	Identifikace – běžná	12	13	12	14	11	12	8	15	14	18
Reflexní prvky ("H")	Detekce – reflexní	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Rozpoznání – reflexní	88	90	76	72	75	70	78	68	72	82
	Identifikace – reflexní	20	17	14	18	20	19	14	16	12	19

Číselné hodnoty jednotlivých vzdáleností byly z **tab. č. 17** převedeny do grafické podoby vytvořením souhrnného krabicového grafu.



Graf č. 16 - Grafické vyjádření všech naměřených hodnot vzdáleností v jednotlivých fázích - halogenové světlomety

Souhrn naměřených hodnot intenzity osvětlení v různých vzdálenostech ve čtyřech oblastech lidského těla směrem k vozidlu s halogenovými světlomety je znázorněn na následujícím grafu č. 17.



Graf č. 17 - Hodnoty intenzity osvětlení v jednotlivých vzdálenostech - halogenové světlomety

Výsledky naměřených hodnot jsou uvedeny v **příloze č. 3**. Největší intenzity byly naměřeny nad úrovní vozovky v oblasti kotníků, následovala oblast kolen, pasu a ramen. Největší hodnoty, které byly naměřeny od světlometů vozidla v rozmezí 10-70 m, se pohybovaly od 221 lx do 0,24 lx. Od vzdálenosti 70 m po 200 m hodnoty nepřesáhly hodnotu 1 lx. Dosažené výsledky měření jsou dány například typem žárovky, celkovým konstrukčním provedením světlometu vozidla a také nerovností a sklonem vozovky v analyzovaném úseku měření.

4.2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ II – RENAULT MEGANE

Druhé měření bylo realizováno s vozidlem Renault Megane s xenonovými světlomety. Průběh experimentu probíhal za účasti stejných řidičů a figurantů a dalších pomocníků na stejné zkušební trase. Měření bylo provedeno za polojasného počasí v noční době. Vozovka byla suchá. V době měření se teplota pohybovala okolo 21 °C. Každý z řidičů detekoval, rozpoznal a identifikoval figuranty ve třech různě barevných oblečení jako u měření I. Byla změřena vzdálenost figuranta od vozidla. V každé fázi byla po zastavení vozidla pořízena fotografie. Fotoaparát byl nastaven do polohy výše očí jednotlivého řidiče od vodorovného povrchu vozovky. Po realizaci všech jízdních zkoušek tímto vozidlem byly výsledky vhodným způsobem zpracovány a převedeny do příslušných tabulkových a grafických podob.

Srovnání dosahu potkávacích a dálkových xenonových světel u vozidla Renault Megane je patrné z následujících **obr. č. 39 a 40**.



Obr. č. 39 - Potkávací světla vozidla Renault Megane



Obr. č. 40 - Dálková světla vozidla Renault Megane

Měření bylo provedeno pouze s potkávacími světlomety stejně jako u měření I. Při měření byl fotoaparát nastaven na požadované funkce tak, aby situace co nejvíce odpovídala reálným podmínkám v měřeném místě v závislosti na čase a množství dopadajícího světla. Z **obr. č. 39** a **č. 40** je zjevné, že xenonové výbojky se vyznačují neutrální bílou barvou, která připomíná denní světlo.

4.2.1 Figurant v černém oblečení

Fáze detekce

Řidiči detekovali figuranta jako objekt na vozovce vozidlem s xenonovými světlomety. Zkušený řidič č. 5 detekoval objekt ve vzdálenosti 53 m (viz **obr. č. 41**). Tentýž řidič detekoval stejný objekt s halogenovými světlomety o 3 m blíže k figurantovi, tedy v 50 m.

Tab. č. 18 - Figurant v černém oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety

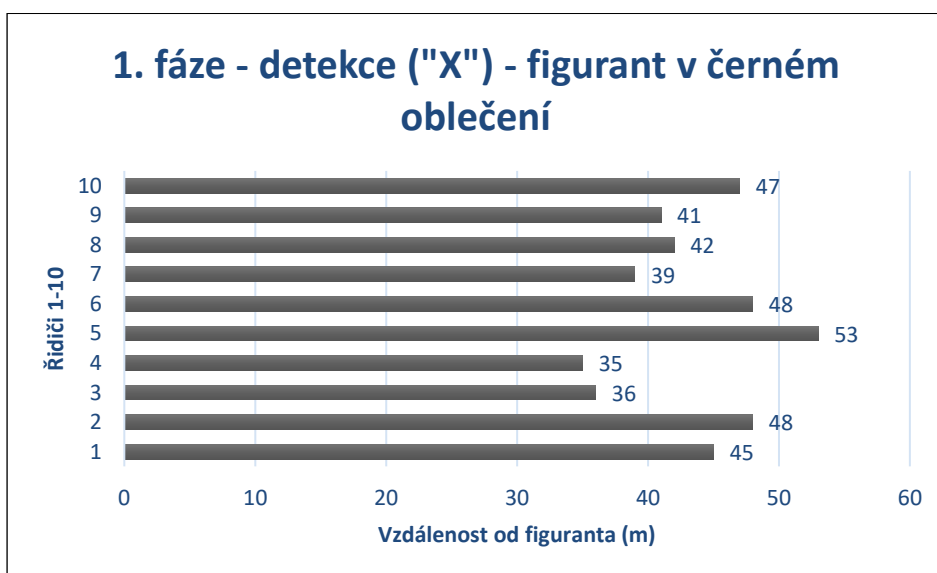
Řidič – černé („X“)	1	2	3	4 - MIN	5 - MAX	6	7	8	9	10
Detekce (m)	45	48	36	35	53	48	39	42	41	47



Obr. č. 41 - Řidič č. 5 - detekce - 53 m - xenonové světlomety

Řidič č. 4, který nemá mnoho zkušeností s častým řízením vozidla, zvláště ve tmě, detekoval objekt na vozovce až ve vzdálenosti 35 m. Také řidič č. 3 je na tom podobně jako řidič č. 4. Ten detekoval objekt o 1 m dál než řidič č. 4. Řidič č. 7, který se mezi zmiňované řidiče řadí taky, detekoval chodce také na krátkou vzdálenost, jen na 39 m. U ostatních „zkušenějších“ řidičů byly naměřené hodnoty výrazněji lepší, pohybovaly se v rozmezí od 41 do 53 m (viz **tab. č. 18**).

V **grafu č. 18** jsou graficky vyjádřené vzdálenosti, v jakých jednotliví řidiči detekovali objekt na vozovce vozidlem s xenonovými světlomety.



Graf č. 18 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety

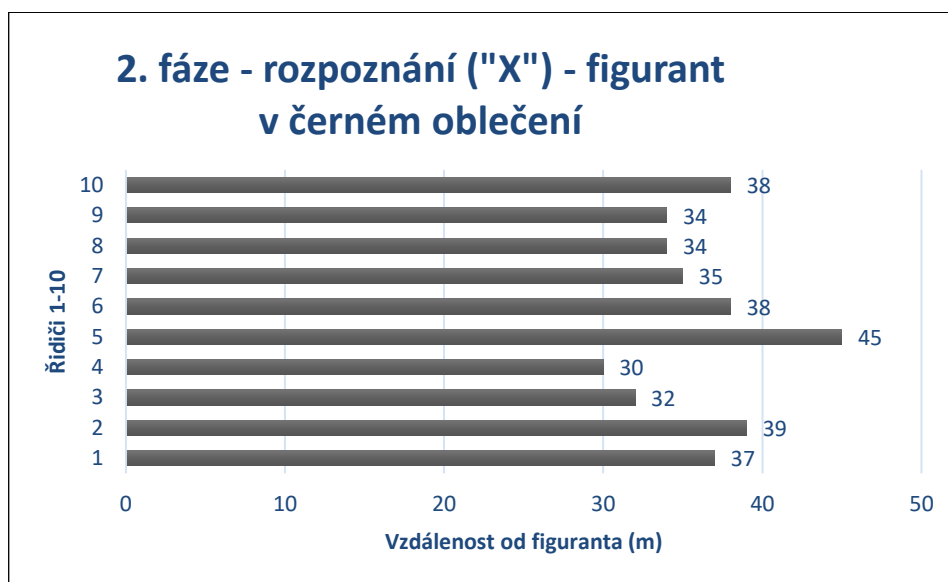
Fáze rozpoznání

Z níže uvedené **tab. č. 19** je patrné, že řidič č. 5 rozpoznal ze všech řidičů ve fázi rozpoznání objekt jako první, tedy v nejdelší vzdálenosti, a to na 45 m. Řidiči č. 3, č. 4 a č. 7 rozpoznali osobu na kratší vzdálenosti, a to na 32 m, 30 m a 35 m.

Tab. č. 19 - Figurant v černém oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

Řidič – černé („X“)	1	2	3	4 - MIN	5 - MAX	6	7	8	9	10
Rozpoznání (m)	37	39	32	30	45	38	35	34	34	38

V **grafu č. 19** jsou přehledně vyjádřeny vzdálenosti od figuranta ve fázi rozpoznání.



Graf č. 19 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

Na **obr. č. 42** a **č. 43** jsou srovnány dva pohledy stejného řidiče č. 4, ale s odlišnými světlomety. V obou případech řidič rozpoznal objekt jako osobu na vozovce. Na **obr. č. 42** řidič řídil vozidlo s xenonovými světlomety a rozpoznal osobu ve vzdálenosti 30 m, zatímco na **obr. č. 43** řidič řídil vozidlo s halogenovými světlomety a rozpoznal osobu ve vzdálenosti 28 m.



Obr. č. 42 - Řidič č. 4 - rozpoznání - 30 m - xenonové světlomety



Obr. č. 43 - Řidič č. 4 - rozpoznání - 28 m - halogenové světlomety

Z těchto obrázků lze konstatovat, že xenonové světlomety osvětlují větší prostor vozovky, jak do šířky, tak do dálky a dobře osvětlí přilehlou travnatou stráň, viz **obr. č. 42**.

Fáze identifikace

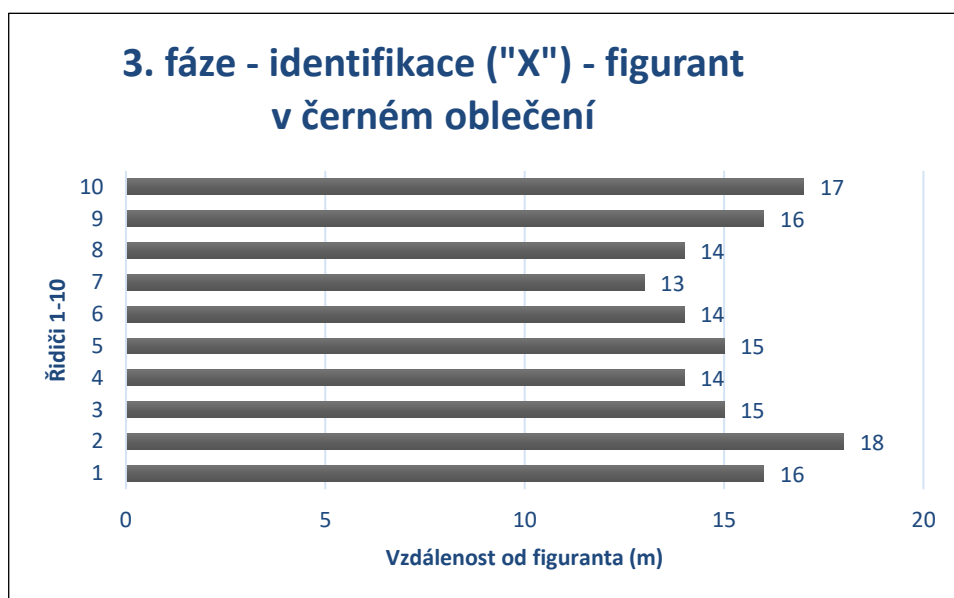
Ve fázi identifikace řidiči identifikovali osobu podle pohlaví a dalších detailů ve vzdálenosti v rozmezí od 13 do 18 m. Řidič č. 7, který patří mezi ty méně zkušené řidiče, kteří jezdí příležitostně, identifikoval osobu v černém oblečení na krátkou vzdálenost, která činila 13 m. Tento řidič dodal, že se snažil zastavit až ve chvíli, kdy bylo měřené osobě dobře vidět do obličeje. V opačném případě,

řidič č. 2, který je velmi zkušeným řidičem, identifikoval osobu již ve vzdálenosti 18 m. Osobu identifikoval podle stavby těla figuranta, do obličeje ale figurantovi dobře neviděl.

V níže uvedené **tab. č. 20** a **grafu č. 20** jsou uvedeny všechny vzdálenosti jednotlivých řidičů, kteří identifikovali osobu v černém oblečení buď podle stavby těla figuranta, anebo i podle detailnějšího rozpoznání tváře.

Tab. č. 20 - Figurant v černém oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety

Řidič – černé („X“)	1	2 - MAX	3	4	5	6	7 - MIN	8	9	10
Identifikace (m)	16	18	15	14	15	14	13	14	16	17



Graf č. 20 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety

Na **obr. č. 44** je řidičem č. 2 identifikována osoba podle stavby těla, nikoliv podle detailnějšího rozpoznání tváře figuranta v černém oblečení.



Obr. č. 44 - Řidič č. 2 - identifikace - 18 m - xenonové světlomety

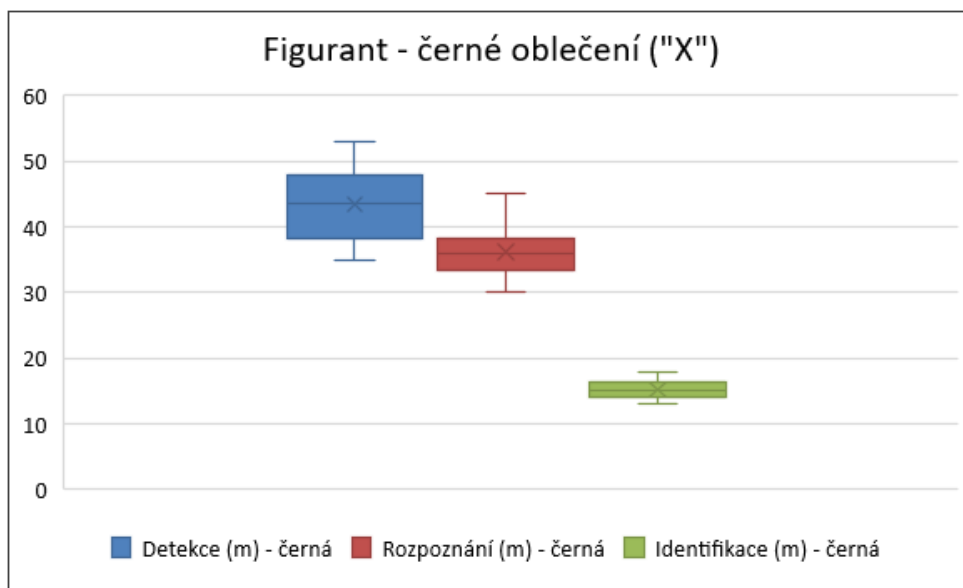
Na dalším **obr. č. 45** je figurant v černém oblečení identifikován nejen podle stavby a tvaru těla, ale i podle detailnějšího rozpoznání tváře včetně dlouhých černých vlasů.



Obr. č. 45 - Řidič č. 7 - identifikace - 13 m - xenonové světlomety

Souhrn

Souhrnné hodnoty zjištěných vzdáleností ve všech 3 fázích jsou znázorněny na následujícím grafu č. 21.



Graf č. 21 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v černém oblečení - xenonové světlomety

Figurant v černém oblečení byl řidiči v průměru detekován na vzdálenost 43,4 m, rozpoznán na 36,2 m a identifikován na 15,2 m. Minimální vzdálenost detekce byla 35 m, rozpoznání 30 m a identifikace 13 m.

U figurantů, kteří byli v jednotlivých fázích detekováni, rozpoznáni a identifikováni řidiči vozidlem Renault Megane s xenonovými světlomety, byla změřena intenzita osvětlení luxmetrem ve čtyřech bodech lidského těla. Jako v případě měření I probíhalo měření stejným způsobem. Po jednotlivé fázi bylo vozidlo zastaveno a změřena intenzita osvětlení přístrojem luxmetrem, jehož sonda byla natočena u konkrétní části těla figuranta směrem k světlometům vozidla a naměřené hodnoty zaznamenány. Vybrané naměřené hodnoty u konkrétního řidiče jsou uvedeny v následující **tab. č. 21**.

Tab. č. 21 - Intenzity osvětlení u figuranta v černém oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 10) - xenonové světlomety

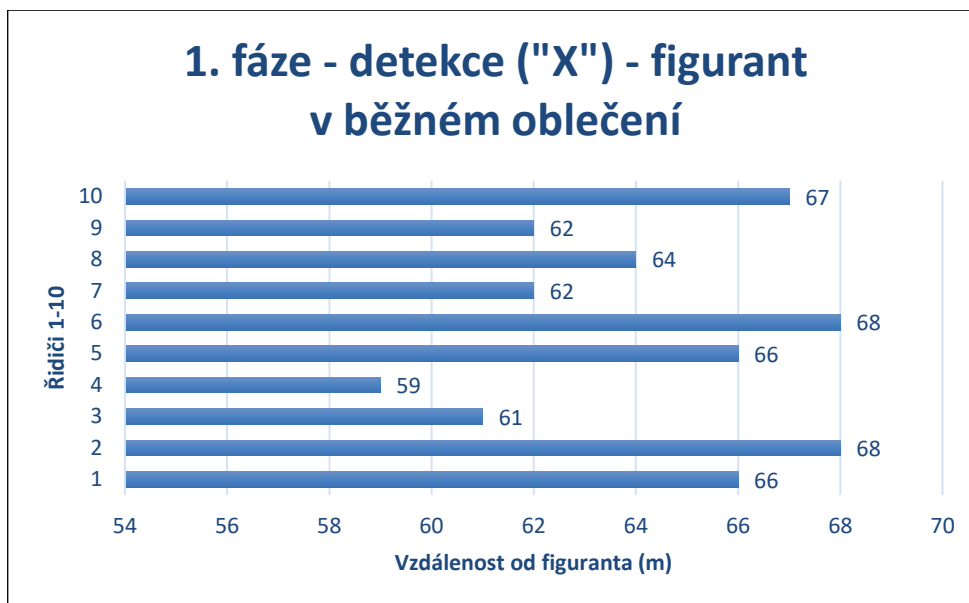
Figurant - černé oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	47	1,82	3,63	1,12	0,86
2. fáze (rozpoznání)	38	5,19	11,95	1,18	0,92
3. fáze (identifikace)	17	84,71	163,82	5,45	3,30

Z této tabulky je patrné, že největší intenzita osvětlení byla v oblasti kolen, následovala oblast kotníků, pasu a ramen. U kolen figuranta byla naměřena ze vzdálenosti 17 m (fáze identifikace) největší intenzita, která dosahovala až 163,82 lx. U kotníků byla hodnota poloviční, a to 84,71 lx. V oblasti pasu a ramen už byly hodnoty značně menší, u pasu byla 5,45 lx a u ramene 3,30 lx.

4.2.2 Figurant v běžném oblečení

Fáze detekce

Maximální vzdálenost, ve které detekovali jak řidič č. 2, tak řidič č. 6 objekt na vozovce, byla 68 m. Tito řidiči patří do skupiny dobrých řidičů s letitými zkušenostmi, kteří jezdí pravidelně. Figuranta v běžném oblečení detekovali řidiči č. 3 a č. 4 o několik metrů blíže k figurantovi, ve vzdálenosti v rozmezí 59 až 61 m. Jednotlivé vzdálenosti jsou přehledným způsobem zobrazeny v následujícím grafu.



Graf č. 22 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety

V **tab. č. 22** jsou uvedeny všechny vzdálenosti jednotlivých řidičů, ve kterých detekovali objekt na vozovce.

Tab. č. 22 - Figurant v běžném oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety

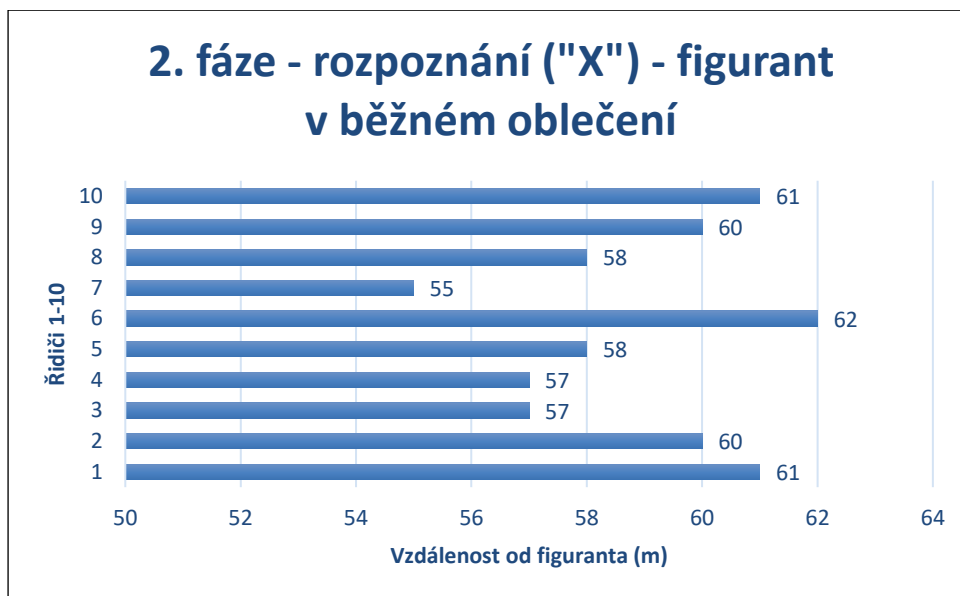
Řidič - běžné („X“)	1	2 - MAX	3	4 - MIN	5	6 - MAX	7	8	9	10
Detekce (m)	66	68	61	59	66	68	62	64	62	67

Řidič č. 2 detekoval objekt na vozovce ve vzdálenosti 68 m. Dle jeho slov detekoval objekt na vozovce na základě světlých míst nad úrovní vozovky a nezvykle barevných míst v měřeném úseku vozovky ve tmavém pozadí. Podobně reagoval i řidič č. 6, který detekoval jen světlá místa nad úrovní vozovky, ale nevěděl, jaký předmět se na vozovce nachází.

Fáze rozpoznání

Ve fázi rozpoznání již řidič č. 2 rozpoznal v bližší vzdálenosti k figurantovi objekt jako osobu na základě skeletu člověka a barevného oblečení.

Jednotlivé vzdálenosti všech řidičů, kteří rozpoznali objekt jako osobu u pravého okraje vozovky, jsou zobrazeny v následujícím **grafu č. 23**.



Graf č. 23 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

V **tab. č. 23** jsou uvedeny vzdálenosti, ve kterých řidiči rozpoznali objekt jako osobu. Nejlépe na tom byl řidič č. 6, nejhůře řidič č. 7. Všichni řidiči rozpoznali figuranta v běžném oblečení ve vzdálenostech od 55 m do 62 m.

Tab. č. 23 - Figurant v běžném oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

Řidič – běžné („X“)	1	2	3	4	5	6 - MAX	7 - MIN	8	9	10
Rozpoznání (m)	61	60	57	57	58	62	55	58	60	61

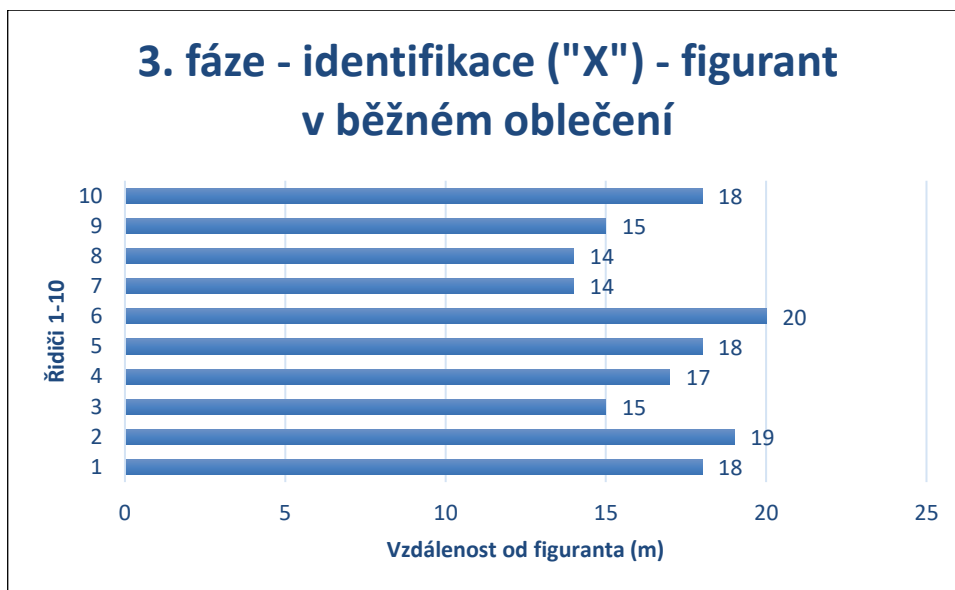
Fáze identifikace

Ve fázi identifikace se řidiči snažili identifikovat osobu podle postavy, pohlaví, obličeje či vlasů. Řidiči převážně identifikovali osobu jako ženu středního věku ve vzdálenostech od 14 m do 20 m.

Zjištěné hodnoty vzdáleností jsou uvedeny v **tab. č. 24** a **grafu č. 24**.

Tab. č. 24 - Figurant v běžném oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety

Řidič – běžné („X“)	1	2	3	4	5	6 - MAX	7 - MIN	8 - MIN	9	10
Identifikace (m)	18	19	15	17	18	20	14	14	15	18



Graf č. 24 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety

Na dalších dvou obrázcích je srovnána fáze identifikace dvou řidičů, kteří identifikovali figuranta v běžném oblečení v různých vzdálenostech.

Řidič č. 8 uvedl, že rozpoznal figuranta podle obličeje, delších vlasů a hubenější dámské postavy, viz **obr. č. 46**.



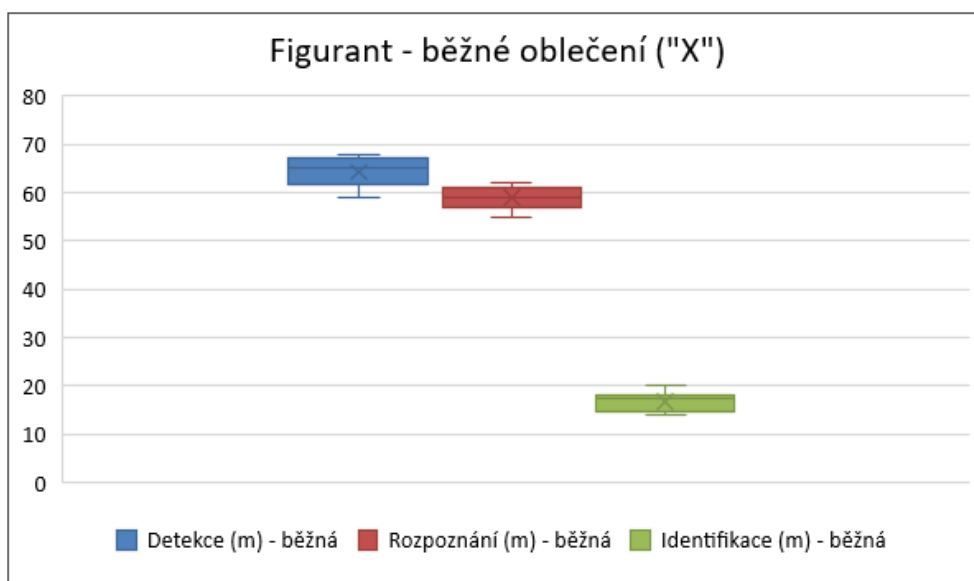
Obr. č. 46 - Řidič č. 8 - identifikace - 14 m - xenonové světlomety

Řidič č. 6 identifikoval figuranta zejména podle stavby těla a oblečení. Do tváře figurantovi dobře neviděl, ale všiml si delších tmavších vlasů, viz **obr. č. 47**.



Obr. č. 47 - Řidič č. 6 - identifikace - 20 m - xenonové světlomety

Souhrn



Graf č. 25 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v běžném oblečení - xenonové světlomety

Figurant v běžném oblečení byl řidiči v průměru detekován na vzdálenost 64,3 m, rozpoznán na 58,9 m a identifikován na 16,8 m. Minimální vzdálenost detekce byla 59 m, rozpoznání 55 m a identifikace 14 m.

U druhého figuranta byla také změřena intenzita osvětlení. Výsledky byly srovnatelné s výsledky jako u prvního figuranta. Největší intenzita byla v oblasti kolene, nejmenší pak v oblasti ramen.

Řidič č. 7 identifikoval osobu jako ženu ve vzdálenosti 14 m. Jak vyplývá z **tab. č. 25**, u kolen figuranta byla naměřena hodnota intenzity osvětlení 164,84 lx, u kotníků byla 86,20 lx, u pasu a ramen byla hodnota nižší než 6 lx. Ve vzdálenosti 55 m od vozidla byla u figuranta naměřena intenzita osvětlení v rozmezí od 0,82 lx do 2,72 lx. Podobně tomu bylo i ze vzdálenosti 62 m, kdy byly hodnoty ještě nižší.

Tab. č. 25 - Intenzity osvětlení u figuranta v běžném oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 7) - xenonové světlomety

Figurant - běžné oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	62	0,93	2,15	0,81	0,72
2. fáze (rozpoznání)	55	1,34	2,72	0,98	0,82
3. fáze (identifikace)	14	86,20	164,84	5,56	3,44

4.2.3 Figurant s reflexními prvky

Fáze detekce

Podobné výsledky měření s vozidlem Škoda Octavia s halogenovými světlomety byly zaznamenány také s vozidlem Renault Megane s xenonovými světlomety. Všichni řidiči detekovali figuranta jako objekt na vzdálenost větší než 200 m. Všechny deset řidičů uvedlo, že v dálce viděli světlé místo v prostoru vozovky. Ani jeden z nich si nebyl jistý, zda se jednalo o osvětlení z blízké vesnice či jiné světelné objekty, které ve tmě svítily. Měření probíhalo stejným způsobem jako u prvního měření. Byla stanovena maximální hranice 200 m. Pokud řidič detekoval objekt ve vzdálenosti větší než 200 m, byla uvažována hodnota rovna 200 m.

Fáze rozpoznání

Ve fázi rozpoznání řidiči rozpoznali objekt jako osobu ve vzdálenostech od 71 do 88 m.

Tab. č. 26 - Figurant s reflexními prvky - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

Řidič - reflexní („X“)	1	2	3	4	5	6	7	8 - MIN	9	10 - MAX
Rozpoznání (m)	82	77	80	77	81	78	85	71	79	88

Na následujícím **obr. č. 48** je patrný figurant jako osoba, která má na sobě připevněné reflexní pásy, vestu a kšiltovku.

Figurant byl rozpoznán řidičem č. 8 na nejkratší vzdálenost.



Obr. č. 48 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 71 m - xenonové světlomety

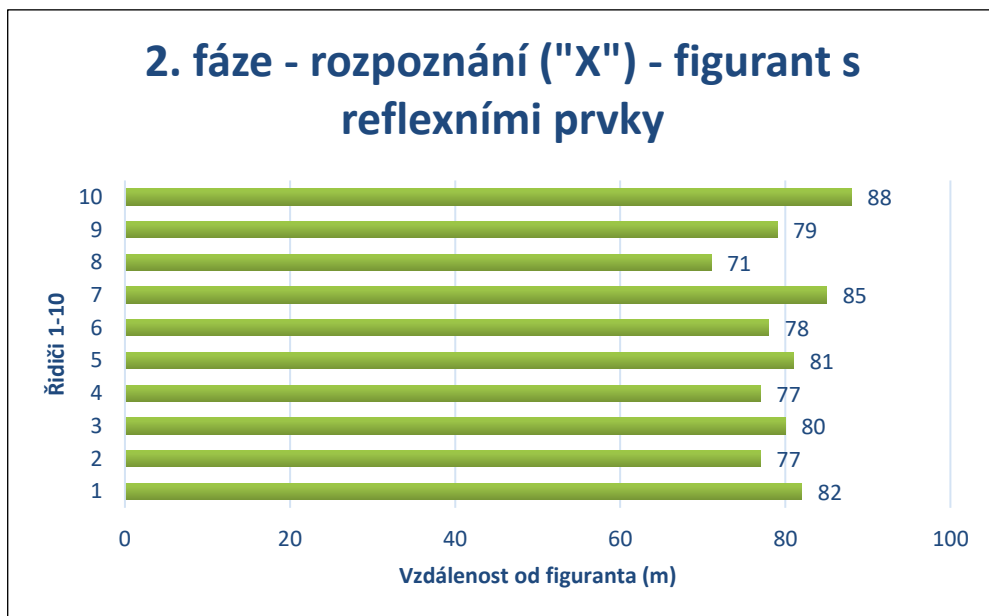
Dále je uveden detailnější pohled stejného řidiče na stejného figuranta, viz **obr. č. 49**.



Obr. č. 49 - Detailnější pohled na figuranta s reflexními prvky, který byl rozpoznán řidičem č. 8

Z **obr. č. 49** je patrné, jak má figurant na sobě souměrně připevněné reflexní pásy, které dobře formují lidskou postavu. To usnadnilo většině řidičů jeho snadnější rozpoznání. Někteří řidiči měli zhoršené rozpoznání tím, že si mysleli, že viděli v dálce přenosnou dopravní značku olemovanou reflexním pruhem či jiné reflexní objekty. Poté, když byli opravdu přesvědčeni, že rozpoznali osobu, zastavili vozidlo.

Hodnoty jsou přehledně znázorněny v **grafu. č. 26**.



Graf č. 26 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze rozpoznání - xenonové světlomety

Fáze identifikace

Ve fázi identifikace řidiči identifikovali osobu jako mladého muže ve vzdálenostech od 17 m do 30 m.

Tab. č. 27 - Figurant s reflexními prvky - fáze identifikace - xenonové světlomety

Řidič - reflexní („X“)	1	2	3 - MIN	4	5	6	7	8	9 - MAX	10
Identifikace (m)	21	19	17	22	22	20	18	25	30	21

Na dalších dvou obrázcích je patrný figurant z dvou různých vzdáleností, při první z nich byl figurant identifikován řidičem č. 9 z větší vzdálenosti, přesněji ze 30 m. Tento řidič dodal, že identifikoval figuranta, viz **obr. č. 51**, jako mladého muže zejména podle jeho postavy, poté na základě oblečení a v poslední řadě dle obličeje, který nebyl zcela viditelný.

Řidič č. 3 identifikoval figuranta jako mladého muže z menší vzdálenosti, o 13 m blíž k figurantovi než řidič č. 9, viz **obr. č. 50**. Tento řidič identifikoval mnohem lépe figurantův obličej.



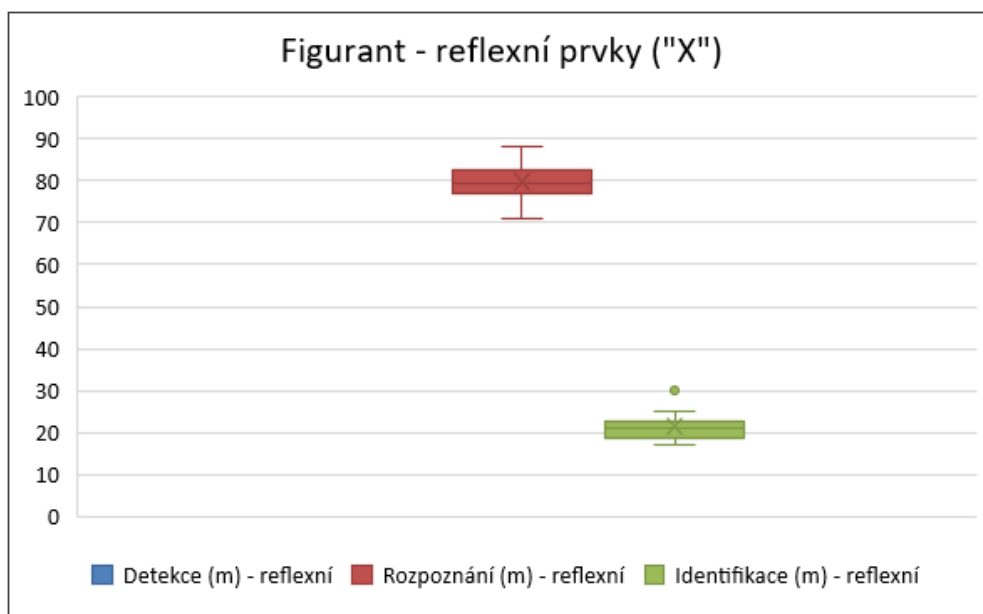
Obr. č. 50 - Řidič č. 3 - identifikace - 17 m - xenonové světlomety



Obr. č. 51 - Řidič č. 9 - identifikace - 30 m - xenonové světlomety

Souhrn

Figurant s reflexními prvky byl řidiči detekován na vzdálenost větší než 200 m. Rozpoznán byl průměrně na vzdálenost 79,8 m a identifikován na 21,5 m. Minimální vzdálenost rozpoznání byla 71 m a identifikace 17 m, viz **graf č. 27**.



Graf č. 27 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta s reflexními prvky - xenonové světlomety

Posledním figurantem, u kterého byla měřena v určitých vzdálenostech intenzita osvětlení, byl figurant s reflexními prvky. Jelikož řidiči detekovali tohoto figuranta až ze vzdálenosti větší než

200 m, hodnoty intenzity osvětlení byly zanedbatelné, tedy rovny nebo nižší než 0,02 lx, viz **tab. č. 28**.

Tab. č. 28 - Intenzity osvětlení u figuranta s reflexními prvky ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 4) - xenonové světlomety

Figurant - reflexní oblečení	Vzdálenost (m)	Intenzita osvětlení kotník (lx)	Intenzita osvětlení koleno (lx)	Intenzita osvětlení pas (lx)	Intenzita osvětlení rameno (lx)
1. fáze (detekce)	200	0,01	0,02	0,01	0,00
2. fáze (rozpoznání)	77	0,76	0,84	0,68	0,56
3. fáze (identifikace)	22	57,60	71,30	3,43	2,27

Ze vzdálenosti 22 m byla intenzita osvětlení v oblasti kolen 71,30 lx. S rostoucí vzdáleností od světlometů vozidla se hodnota snižovala. U 77 m byla intenzita už pod hodnotou 1 lx.

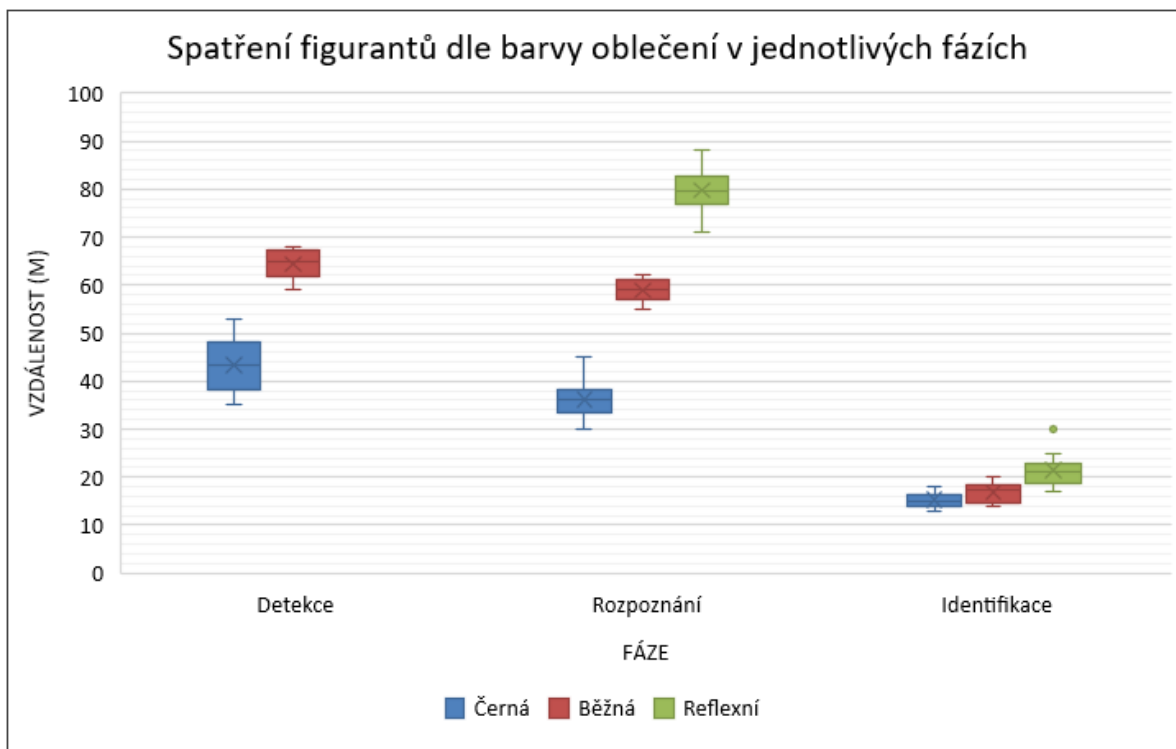
4.2.4 Shrnutí výsledků měření II

V níže uvedené **tab. č. 29** je souhrnný přehled vzdáleností jednotlivých fází deseti řidičů, kteří detekovali, rozpoznali a identifikovali figuranty v různě barevném oblečení vozidlem s xenonovými světlomety.

Tab. č. 29 - Souhrnné hodnoty všech naměřených vzdáleností v jednotlivých fázích

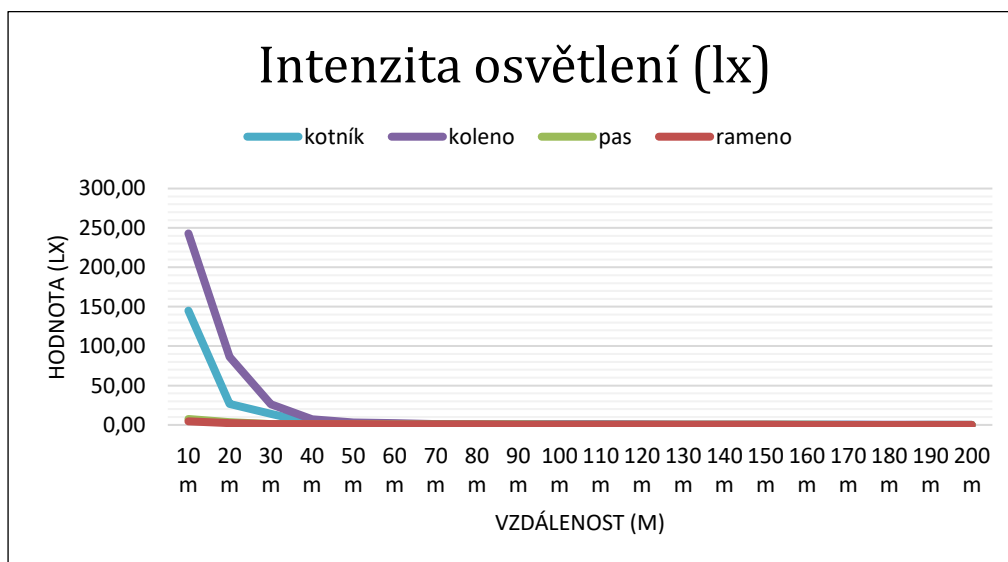
Figurant	Fáze	Ř1	Ř2	Ř3	Ř4	Ř5	Ř6	Ř7	Ř8	Ř9	Ř10
		Vzdálenosti (m)									
Černé oblečení ("X")	Detekce – černá	45	48	36	35	53	48	39	42	41	47
	Rozpoznání – černá	37	39	32	30	45	38	35	34	34	38
	Identifikace – černá	16	18	15	14	15	14	13	14	16	17
Běžné oblečení ("X")	Detekce – běžná	66	68	61	59	66	68	62	64	62	67
	Rozpoznání – běžná	61	60	57	57	58	62	55	58	60	61
	Identifikace – běžná	18	19	15	17	18	20	14	14	15	18
Reflexní prvky ("X")	Detekce – reflexní	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Rozpoznání – reflexní	82	77	80	77	81	78	85	71	79	88
	Identifikace – reflexní	21	19	17	22	22	20	18	25	30	21

Číselné hodnoty jednotlivých vzdáleností byly z **tab. č. 29** převedeny do grafické podoby opět vytvořením souhrnného krabicového grafu.



Graf č. 28 - Grafické vyjádření všech naměřených hodnot vzdáleností v jednotlivých fázích - xenonové světlo

Co se týká naměřených hodnot intenzity osvětlení, které byly změřeny v konkrétních částech lidského těla figuranta, byla intenzita osvětlení větší než u světlometů halogenových, viz následující **graf č. 29**:



Graf č. 29 - Hodnoty intenzity osvětlení v jednotlivých vzdálenostech - xenonové světlo

Výsledky naměřených hodnot jsou uvedeny v **příloze č. 3**. Intenzita změřená od 10 m do 70 m dosahovala od 243 lx do 0,63 lx. Od vzdálenosti 80 m hodnota nepřekročila 1 lx a pozvolně

se snižovala s rostoucí vzdáleností od světlometů vozidla. Lze především zmínit, že největší intenzita osvětlení byla zaznamenána v oblasti kolen, poté následovala oblast kotníků, pasu a ramen. Rozdíl u obou vozidel v intenzitě osvětlení byl v oblasti kotníků a kolen, další oblasti zůstaly v pořadí nezměněny. Podobně jako u vozidla zn. Škoda jsou dosažené výsledky měření dány například typem žárovky, celkovým konstrukčním provedením světlometu vozidla a také nerovností a sklonem vozovky v analyzovaném úseku měření.

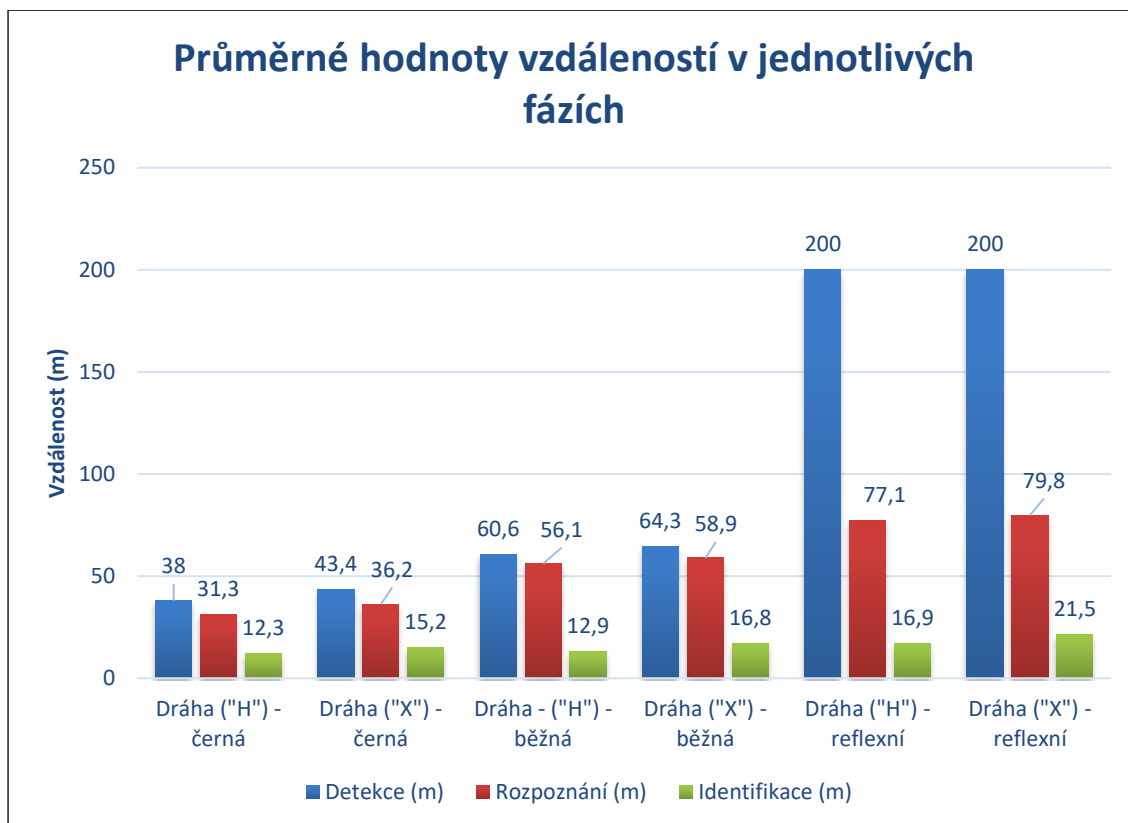
4.3 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ

Realizovaná měření probíhala dvěma zkušebními vozidly. Jedno vozidlo s halogenovými a druhé s xenonovými světlomety. Experimentem bylo zjištěno, že řidiči, kteří řídili vozidlo s halogenovými světlomety detekovali, rozpoznali a identifikovali všechny tři figuranty v různě barevném oblečení na delší vzdálenosti než řidiči, kteří řídili vozidlo s xenonovými světlomety. Lze tak uvažovat, že včasnou reakci všech řidičů na zpozorování jednotlivých figurantů dopomohl světelný zdroj světlometů, přesněji xenonové výbojky, které lépe a na větší vzdálenost osvětlily prostor vozovky před vozidlem.

Porovnání výsledků obou měření je znázorněno na **grafu č. 30**. Tento graf porovnává celkové vzdálenosti jednotlivých fází deseti řidiči u obou vozidel. Tyto hodnoty jsou průměrem všech naměřených vzdáleností jednotlivých fází. Z uvedeného grafu je patrné, že řidiči vozidla s xenonovými světlomety ve všech fázích detekovali, rozpoznali a identifikovali figuranty o několik metrů blíže než řidiči vozidla s halogenovými světlomety.

Při srovnání vzdáleností obou vozidel se hodnoty u figuranta v černém oblečení ve fázi detekce vzájemně lišily přibližně o 5 m. U téhož figuranta ve fázi rozpoznání se hodnoty lišily podobně jako u předešlé fáze, tedy také o 5 m. Co se týká fáze identifikace, rozdíly vzdáleností byly přibližně o 3 m. U figuranta v běžném oblečení ve fázi detekce byl rozdíl přibližně 4 m, u rozpoznání byl rozdíl přibližně 3 m a u identifikace se hodnoty jednotlivých vzdáleností lišily o téměř 4 m. U figuranta s reflexními prvky ve fázi detekce byly hodnoty totožné - 200 m (z důvodu stanovení hranice vzdáleností 0 m až 200 m). Ve fázi rozpoznání se hodnoty lišily jen o 2 m, u identifikace činil rozdíl přibližně 4 až 5 m.

Shrnutím lze konstatovat, že všichni řidiči za použití vozidla s xenonovými světlomety oproti řidičům vozidla s halogenovými světlomety průměrně detekovali, rozpoznali a identifikovali jednotlivé figuranty ve všech 3 fázích přibližně o 5 m blíže k figurantům.

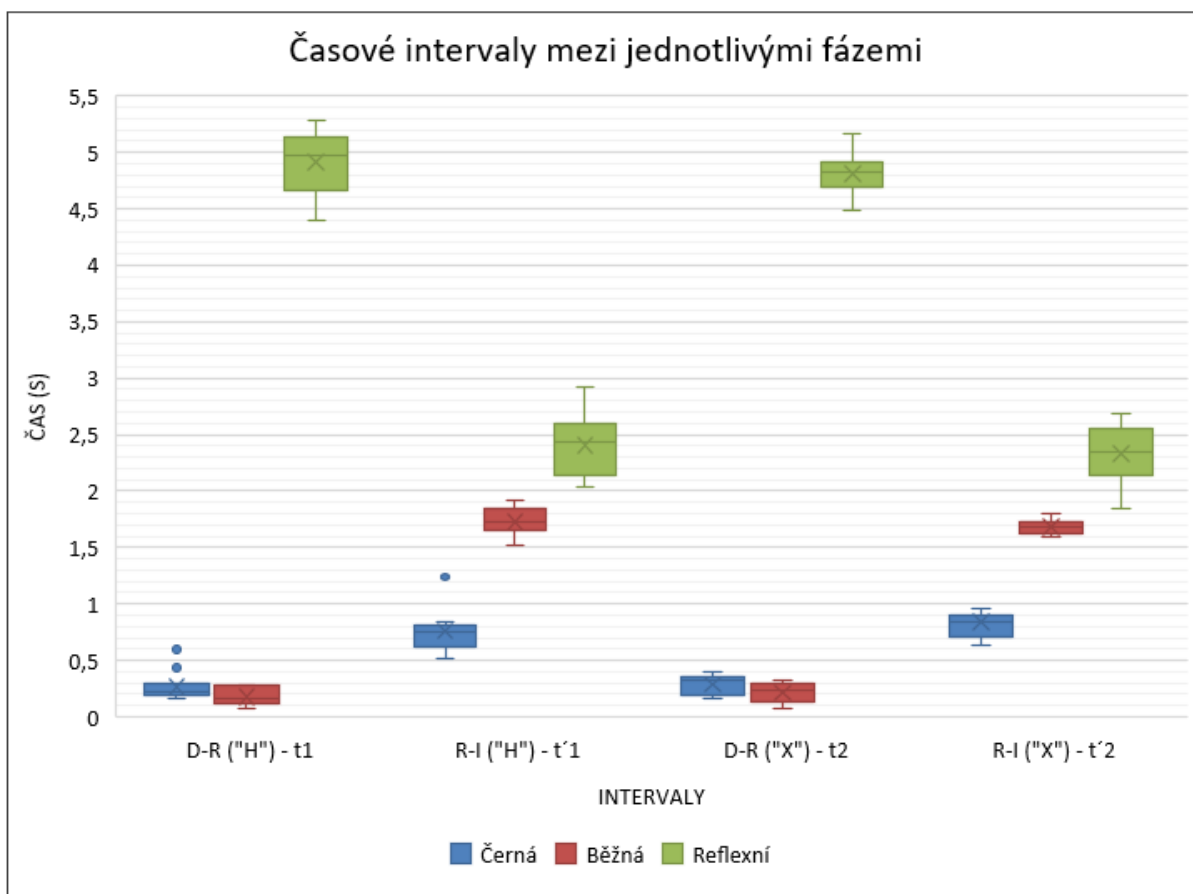


Graf č. 30 - Srovnání průměrných vzdáleností v jednotlivých fázích halogenovými a xenonovými světlomety

V **příloze č. 2** jsou uvedeny dva diagramy, které znázorňují jízdní dráhy obou vozidel s rozdílnými světlomety. Na těchto diagramech jsou vyznačeny průměrné vzdálenosti, při kterých všichni řidiči detekovali, rozpoznali a identifikovali figuranty ve třech různých barevných oblečení.

Všechny naměřené vzdálenosti mezi jednotlivými fázemi byly přepočítány na časové intervaly mezi nimi za předpokladu jízdy vozidla maximální povolenou rychlostí mimo obec, tj. 90 km/h, viz **graf č. 31**. Nejprve byly stanoveny časové intervaly mezi detekcí a rozpoznáním (D-R) a dále mezi rozpoznáním a identifikací (R-I). Hodnoty časových intervalů vycházející z naměřených vzdáleností při měření I, tedy s vozidlem s halogenovými světlomety, jsou v grafu označeny jako „H“, při měření II, tedy s vozidlem s xenonovými světlomety, jako „X“.

U figuranta v černém oblečení činil průměrný rozdíl mezi fázemi D-R přibližně 7 m a mezi fázemi R-I 19 m. U běžného figuranta byly rozdíly mezi fázemi D-R přibližně 5 m a mezi fázemi R-I 43 m. U figuranta v reflexním oblečení činily rozdíly mezi fázemi D-R přibližně 123 m a mezi fázemi R-I 60 m. Všechny výše uvedené hodnoty rozdílů vzdáleností mezi jednotlivými fázemi se vztahují k vozidlu s halogenovými světlomety. U vozidla s xenonovými světlomety se lišily rozdíly vzdáleností mezi jednotlivými fázemi v průměru od 1 m do 3 m oproti vozidlu s halogenovými světlomety.



Graf č. 31 - Časové intervaly mezi jednotlivými fázemi

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá zjištěním vzdáleností, při kterých řidiči vozidla detekují, rozpoznají a identifikují chodce za viditelnosti snížené tmou. V práci byla provedena podrobná rešerše současného stavu poznání dané problematiky a pro naplnění cílů práce byla provedena měření v reálném silničním provozu. Výsledky těchto měření, tj. zjištěné vzdálenosti a intenzity osvětlení, byly dále vhodně zpracovány a interpretovány.

Z výsledků této práce vyplývá, že spatření objektu při řízení vozidla za snížené viditelnosti závisí mj. na světlometu, jímž je vozidlo vybaveno. Výsledky realizovaných měření, při kterých byly srovnávány dvě vozidla s odlišnými světlomety, ukázaly rozdílné hodnoty dosahu svítivosti na určitou vzdálenost. Zkušební vozidlo vybavené halogenovými žárovkami osvětlilo podstatně menší prostor před vozidlem, tedy kratší vzdálenost než vozidlo vybavené xenonovými výbojkami. O tom svědčí i naměřené hodnoty intenzity osvětlení. Rozdíly hodnot vzdáleností pro spatření chodce v jednotlivých fázích se u obou vozidel lišily několika jednotkami metrů, avšak i těchto několik metrů může mít zásadní vliv na celkovou nehodovou situaci. Pokud řidič poprvé opticky na chodce reaguje ve větší vzdálenosti, získá tím delší časový okamžik pro své rozhodování. Rozdíly hodnot zjištěných vzdáleností však nezávisí pouze na použitých světlometech, ale zejména na samotných řidičích, chodci, jeho oblečení a stavu okolí.

Získaný datový soubor hodnot a závěry této práce mohou být využity při analýze dopravních nehod a předcházení závažným situacím s tragickými následky, současně mohou posloužit pro prevenci dopravní nehodovosti, kampaně na správné oblékání účastníků provozu apod. Tato diplomová práce může být podkladem pro další výzkumy, zaměřující se na možnosti spatření chodce řidičem vozidla.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) RÁBEK, Vlastimil. *Vnímání a rozhodování účastníků silničního provozu - noční doba: (sborník tuzemských a převzatých cizojazyčných publikací) = Menschliche Wahrnehmung und Entscheidungsprozesse in Straßenverkehr - Nachtzeit : (Sammelbuch inländischer und übernommener fremdsprachigen Veröffentlichungen)*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-816-9.
- (2) Policie.cz: Statistika nehodovosti. *Policie.cz* [online]. Praha: Policie ČR, 2019 [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- (3) ANDRES, Josef. *Hlubková analýza dopravních nehod: (In-depth analysis of road accidents)*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2015. ISBN 978-80-88074-26-7.
- (4) SEMELA, PH.D., doc. Ing. Bc. Marek. *Analýza silničních nehod I. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství: doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D., 2012*. ISBN 978-80-214-4559-8.
- (5) BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999. ISBN 80-720-4133-9.
- (6) ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. Praha: Grada, 2012. *Psyché (Grada)*. ISBN 978-80-247-3029-5.
- (7) KLEDUS, Ph.D., Ph.D., VÉMOLA, Ph.D., SEMELA a Ph.D., BRADÁČ. *Jízda za viditelnosti snížené tmou: Příloha č. 2 - učebnice pro autoškoly* [online]. Brno: *Vysoké učení technické v Brně - Ústav soudního inženýrství*, 2016 [cit. 2020-02-07]. ISBN 978-80-214-5343-2. Dostupné z: <http://disk1.usi.vutbr.cz/autoskoly/>
- (8) VLK, František. *Stavba motorových vozidel: [osobní automobily, autobusy, nákladní automobily, jízdní soupravy, ergonomika, biomechanika, struktura, kolize, materiály]*. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.

- (9) KRAUSS, David a Paul OLSON. Forensic aspects of *driver perception and response*. Fourth edition. Tucson, Arizona, 2015. ISBN 978-1-936360-33-8.
- (10) Bezpečné cesty: Brzdná dráha a rychlost. *Bezpečné cesty: Brzdná dráha a rychlost* [online]. Tábor: Simopt, s.r.o., © 2014–2019 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecna-jizda-v-aute/brzdna-draha-a-rychlost>
- (11) LYUBENOV, Daniel. Research of the stopping distance for different road conditions. *Transport Problems* [online]. Silesian University of Technology, 2011, **6**(4), 119-126 [cit. 2019-12-22]. ISSN 1896-0596. Dostupné z: <https://doaj.org/article/416db59ba138432f8e81e7c2aff6f7d1>
- (12) WOOD, Joanne, Richard TYRRELL a Trent CARBERRY. Limitations in Drivers' Ability to Recognize Pedestrians at Night. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* [online]. 2016, 47(3), 644-653 [cit. 2020-01-19]. ISSN 0018-7208. Dostupné z: doi:10.1518/001872005774859980
- (13) MIAN, Jasmine a Jeff CAIRD. The effects of speed and orientation on recognition judgments of retro-reflectively clothed pedestrians at night. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [online]. 2018, 56, 185-199 [cit. 2020-01-19]. ISSN 13698478. Dostupné z: doi:10.1016/j.trf.2018.04.006
- (14) Zákon č. 361/2000 Sb. *Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů*. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>
- (15) Bezpečné cesty: Reflexní a fluorescenční materiály zvyšují bezpečnost na silnicích. *Bezpečné cesty: Reflexní a fluorescenční materiály zvyšují bezpečnost na silnicích* [online]. Tábor: Simopt, s.r.o., © 2014–2019 [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/dopravni-vychova/dopravni-vychova-ve-skolach/chodec/reflexni-a-fluorescencni-materialy-zvysuji-bezpecnost-na-silnicich>
- (16) LUOMA, Juha, Josef SCHUMANN a Eric TRAUBE. Effects of *retroreflector positioning on nighttime recognition of pedestrians* [online]. 1996, 28(3), 377-383 [cit. 2020-01-19]. ISSN 00014575. Dostupné z: doi:10.1016/0001-4575(96)00004-8

- (17) SCHEJBAL, Jan, Arnošt KUŘE, Jakub MOTL, Jan ŠKODA, Michal BELÁK, Albert BRADÁČ a Martin BILÍK. In: *Sborník příspěvků konference Expert Forensic Science Brno 2013* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, s. 210-221 [cit. 2019-12-22]. ISBN 978-80-214-4675-5.
- (18) Besip: Tři rady pro zvýšení viditelnosti. *Besip: Tři rady pro zvýšení viditelnosti* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy - samostatné oddělení BESIP, 2019 [cit. 2019-12-22]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Aktivni-pohyb-v-silnicnim-provozu/Budte-videt,-prezijete/Tri-rady-pro-zvyseni-viditelnosti>
- (19) ŠTIKAR, Jiří, Jiří HOSKOVEC a Jana ŠMOLÍKOVÁ. *Psychologie v dopravě*. Praha: Karolinum, 2003. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-0606-2.
- (20) KLEDUS, Ph.D., Ph.D., SEMELA, Ph.D., BRADÁČ a Ph.D., VÉMOLA. Zjišťování dohlednosti na chodce za viditelnosti snížené tmou: Příloha č. 1 - Příprava, návrh a realizace experimentů [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně - Ústav soudního inženýrství, 2016 [cit. 2020-02-07]. ISBN 978-80-214-5344-9. Dostupné z: <http://disk1.usi.vutbr.cz/znalci/>
- (21) SHINAR, David. *Traffic safety and human behavior*. Bingley: Emerald, 2007. ISBN 978-0-08-045029-2.
- (22) FINKELSTEIN, Nir, Alan CHAIKOVSKY, Yaron COHEN a Tsadok TSACH. Using headlight patterns in vehicle recognition. *Forensic Science International* [online]. 2020, **307** [cit. 2020-01-26]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2019.110120
- (23) VLK, František. *Elektrická zařízení motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2005. ISBN 80-239-3718-9.
- (24) VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů II*. Brno: Littera, 2006. ISBN 80-857-6332-X.

- (25) KLEDUS, Robert, *Albert BRADÁČ a Marek SEMELA*. Měření dohlednosti na chodce v noční době při reálné jízdě vozidla. In: *Sborník příspěvků konference Vehicle Forensic Science Brno 2011* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011, s. 120-142 [cit. 2020-03-08]. ISBN 978-80-214-4294-8. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/56662/120-142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (26) OSRAM H7 Original, 12V, 55W, PX26d. Alza.cz [online]. Praha: Alza.cz a.s., 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/osram-h7-original-12v-55w-px26d-d4089704.htm?o=1>
- (27) OSRAM Xenarc Original, D1S. Alza.cz [online]. Praha: Alza.cz a.s., 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/osram-xenarc-original-d1s-d4092897.htm>
- (28) Mapy Google [online]. 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.3086212,16.998263,1503m/data=!3m1!1e3?hl=cs-CZ>

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 - Složky reakční doby řidiče a odezvy vozidla (5, s. 231)	24
Tab. č. 2 - Vzdálenosti, při kterých dokáže oko řidiče spatřit chodce dle barvy oblečení (7, s. 27) .	30
Tab. č. 3 - Přehled o parametrech zdrojů světla (1, s. 88)	37
Tab. č. 4 - Technické údaje vozidla Škoda Octavia	43
Tab. č. 5 - Technické údaje vozidla Renault Megane	44
Tab. č. 6 - Figurant v černém oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety	49
Tab. č. 7 - Figurant v černém oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety.....	51
Tab. č. 8 - Figurant v černém oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety	53
Tab. č. 9 - Intenzity osvětlení u figuranta v černém oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 1) - halogenové světlomety.....	55
Tab. č. 10 - Figurant v běžném oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety.....	55
Tab. č. 11 - Figurant v běžném oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety.....	58
Tab. č. 12 - Figurant v běžném oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety	59
Tab. č. 13 - Intenzity osvětlení u figuranta v běžném oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 2) - halogenové světlomety	62
Tab. č. 14 - Figurant s reflexními prvky - fáze rozpoznání - halogenové světlomety	64
Tab. č. 15 - Figurant s reflexními prvky - fáze identifikace - halogenové světlomety	65
Tab. č. 16 - Intenzity osvětlení u figuranta s reflexními prvky ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 10) - halogenové světlomety	67
Tab. č. 17 - Souhrnné hodnoty všech naměřených vzdáleností v jednotlivých fázích	68
Tab. č. 18 - Figurant v černém oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety.....	71
Tab. č. 19 - Figurant v černém oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety.....	73
Tab. č. 20 - Figurant v černém oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety.....	75
Tab. č. 21 - Intenzity osvětlení u figuranta v černém oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 10) - xenonové světlomety	78
Tab. č. 22 - Figurant v běžném oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety.....	79
Tab. č. 23 - Figurant v běžném oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety.....	80
Tab. č. 24 - Figurant v běžném oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety	80
Tab. č. 25 - Intenzity osvětlení u figuranta v běžném oblečení ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 7) - xenonové světlomety	83
Tab. č. 26 - Figurant s reflexními prvky - fáze rozpoznání - xenonové světlomety.....	84
Tab. č. 27 - Figurant s reflexními prvky - fáze identifikace - xenonové světlomety	86
Tab. č. 28 - Intenzity osvětlení u figuranta s reflexními prvky ve čtyřech oblastech těla ve třech fázích (řidič č. 4) - xenonové světlomety.....	88
Tab. č. 29 - Souhrnné hodnoty všech naměřených vzdáleností v jednotlivých fázích	89

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 - Počet usmrčených osob během 10 let (2).....	14
Graf č. 2 - Počet zraněných chodců během let 2008-2018 (2).....	14
Graf č. 3 - Počet nehod v obci a mimo obec při rozdílných viditelných podmínkách (tmavě šedá - noc, snížená viditelnost; světle šedá - noc, nesnížená viditelnost; tmavě modrá - den, snížená viditelnost; světle modrá - den, nesnížená viditelnost) (2)	15
Graf č. 4 - Podíl chodců účastnících na nehodách podle pohlaví (2)	15
Graf č. 5 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety.....	50
Graf č. 6 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety.....	51
Graf č. 7 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety.....	53
Graf č. 8 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v černém oblečení - halogenové světlomety	54
Graf č. 9 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze detekce - halogenové světlomety.....	56
Graf č. 10 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze rozpoznání - halogenové světlomety.....	57
Graf č. 11 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze identifikace - halogenové světlomety.....	60
Graf č. 12 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v běžném oblečení - halogenové světlomety	61
Graf č. 13 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze rozpoznání - halogenové světlomety.....	63
Graf č. 14 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze identifikace - halogenové světlomety.....	66
Graf č. 15 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta s reflexními prvky - halogenové světlomety	66
Graf č. 16 - Grafické vyjádření všech naměřených hodnot vzdáleností v jednotlivých fázích - halogenové světlomety	69
Graf č. 17 - Hodnoty intenzity osvětlení v jednotlivých vzdálenostech - halogenové světlomety...	69
Graf č. 18 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety	72
Graf č. 19 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety.....	73
Graf č. 20 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v černém oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety.....	75
Graf č. 21 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v černém oblečení - xenonové světlomety	77

Graf č. 22 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze detekce - xenonové světlomety	79
Graf č. 23 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze rozpoznání - xenonové světlomety	80
Graf č. 24 - Vzdálenosti vozidla od figuranta v běžném oblečení - fáze identifikace - xenonové světlomety	81
Graf č. 25 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta v běžném oblečení - xenonové světlomety	82
Graf č. 26 - Vzdálenosti vozidla od figuranta s reflexními prvky - fáze rozpoznání - xenonové světlomety	85
Graf č. 27 - Souhrnné hodnoty vzdáleností v jednotlivých fázích u figuranta s reflexními prvky - xenonové světlomety	87
Graf č. 28 - Grafické vyjádření všech naměřených hodnot vzdáleností v jednotlivých fázích - xenonové světlomety	90
Graf č. 29 - Hodnoty intenzity osvětlení v jednotlivých vzdálenostech - xenonové světlomety	90
Graf č. 30 - Srovnání průměrných vzdáleností v jednotlivých fázích halogenovými a xenonovými světlomety	92
Graf č. 31 - Časové intervaly mezi jednotlivými fázemi	93

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - Příčiny vzniku dopravních nehod (3, s. 36)	16
Obr. č. 2 - Rozdílné kontrasty v závislosti na prostředí (7, s. 24)	19
Obr. č. 3 - Struktura oka (7, s. 17)	21
Obr. č. 4 - Elektromagnetické spektrum (6, s. 43)	22
Obr. č. 5 - Interakce světla a objektu: a) zrcadlo b) dřevo c) vodní hladina (6, s. 46)	22
Obr. č. 6 - Křivka závislosti reakční doby na věku (9, s. 257)	25
Obr. č. 7 - Celková dráha pro bezpečné zastavení vozidla (10)	25
Obr. č. 8 - Dráha potřebná pro zastavení vozidla při různých rychlostech (3, s. 43)	26
Obr. č. 9 - Viditelnost chodce za snížené viditelnosti (13, s. 189)	29
Obr. č. 10 - čelní (vlevo) a boční pohled (vpravo) na chodce za tmy (13, s. 186)	30
Obr. č. 11 - Směr odrazu světla podle struktury materiálu (15)	31
Obr. č. 12 - Složení povrchu materiálu reflexních vest (15)	31
Obr. č. 13 - Vzdálenost viditelnosti na chodce řidičem vozidla dle barvy oblečení (17, s. 212)	32
Obr. č. 14 - Fyziologie vidění člověka (8, s. 258)	33
Obr. č. 15 - Výhledové poměry řidiče (8, s. 259)	33
Obr. č. 16 - Omezený výhled z prostoru vozidla (8, s. 258)	34

Obr. č. 17 - Dílčí části světlometu vozidla (22, s. 2)	36
Obr. č. 18 - Běžný pravý přední světlomet (22, s. 2)	36
Obr. č. 19 - Dálkové světlo (vlevo) a potkávací světlo (vpravo) (23, s. 190)	37
Obr. č. 20 - Příklad směru úhlu pohledu řidiče ve vozidle s potkávacími (vlevo) a dálkovými světly (vpravo) (25, s. 127)	39
Obr. č. 21 - Figurant P1 s reflexními prvky.....	45
Obr. č. 22 - Figurant P2 v běžném oblečení.....	45
Obr. č. 23 - Figurant P3 v černém oblečení.....	45
Obr. č. 24 - Zkušební trasa (28)	47
Obr. č. 25 - Potkávací světla vozidla Škoda Octavia	48
Obr. č. 26 - Dálková světla vozidla Škoda Octavia	48
Obr. č. 27 - Řidič č. 5 - detekce - 50 m - halogenové světlomety.....	50
Obr. č. 28 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 31 m - halogenové světlomety.....	52
Obr. č. 29 - Řidič č. 6 - identifikace - 9 m - halogenové světlomety	52
Obr. č. 30 - Řidič č. 4 - detekce - 60 m - halogenové světlomety.....	56
Obr. č. 31 - Řidič č. 5 - detekce - 64 m - halogenové světlomety.....	57
Obr. č. 32 - Řidič č. 1 - rozpoznání - 60 m - halogenové světlomety.....	58
Obr. č. 33 - Řidič č. 7 - rozpoznání - 53 m - halogenové světlomety.....	59
Obr. č. 34 - Řidič č. 10 - identifikace - 18 m - halogenové světlomety.....	60
Obr. č. 35 - Řidič č. 7 - identifikace - 8 m - halogenové světlomety	61
Obr. č. 36 - Řidič č. 3 - detekce - 200 m - halogenové světlomety	63
Obr. č. 37 - Řidič č. 2 - rozpoznání - 90 m - halogenové světlomety.....	64
Obr. č. 38 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 68 m - halogenové světlomety.....	65
Obr. č. 39 - Potkávací světla vozidla Renault Megane	70
Obr. č. 40 - Dálková světla vozidla Renault Megane.....	71
Obr. č. 41 - Řidič č. 5 - detekce - 53 m - xenonové světlomety.....	72
Obr. č. 42 - Řidič č. 4 - rozpoznání - 30 m - xenonové světlomety	74
Obr. č. 43 - Řidič č. 4 - rozpoznání - 28 m - halogenové světlomety.....	74
Obr. č. 44 - Řidič č. 2 - identifikace - 18 m - xenonové světlomety	76
Obr. č. 45 - Řidič č. 7 - identifikace - 13 m - xenonové světlomety	76
Obr. č. 46 - Řidič č. 8 - identifikace - 14 m - xenonové světlomety	81
Obr. č. 47 - Řidič č. 6 - identifikace - 20 m - xenonové světlomety	82
Obr. č. 48 - Řidič č. 8 - rozpoznání - 71 m - xenonové světlomety.....	84
Obr. č. 49 - Detailnější pohled na figuranta s reflexními prvky, který byl rozpoznán řidičem č. 8..	85
Obr. č. 50 - Řidič č. 3 - identifikace - 17 m - xenonové světlomety	86
Obr. č. 51 - Řidič č. 9 - identifikace - 30 m - xenonové světlomety	87

SEZNAM ZKRATEK

lx	jednotka intenzity osvětlení (lux)
m	metr
km/h	kilometr za hodinu
s	sekunda
t	čas
nm	nanometr
lm	jednotka světelného toku – lumen
P (1-3)	označení figurantů
„H“	halogenové světlomety
„X“	xenonové světlomety
Δs	rozdíl vzdáleností mezi jednotlivými fázemi
Ř1 - Ř10	řidiči 1-10
D-R	interval detekce-rozpoznání
R-I	interval rozpoznání-identifikace

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Ukázka světlometů zkušebních vozidel (1 strana)

Příloha č. 2: Znázornění průměrných vzdáleností, ve kterých byli figuranti v různých barvách oblečení řidiči detekováni, rozpoznáni a identifikováni - halogenové světlomety (vlevo), xenonové světlomety (vpravo) (1 strana)

Příloha č. 3: Naměřené hodnoty intenzity osvětlení ve 4 oblastech těla figuranta ve vzdálenostech 10 až 200 m (1 strana)

Příloha č. 4: Vypočítané časy mezi jednotlivými fázemi při různých rychlostech u třech různě oblečených figurantů (2 strany)

Příloha č. 1: Ukázka světlometů zkušebních vozidel

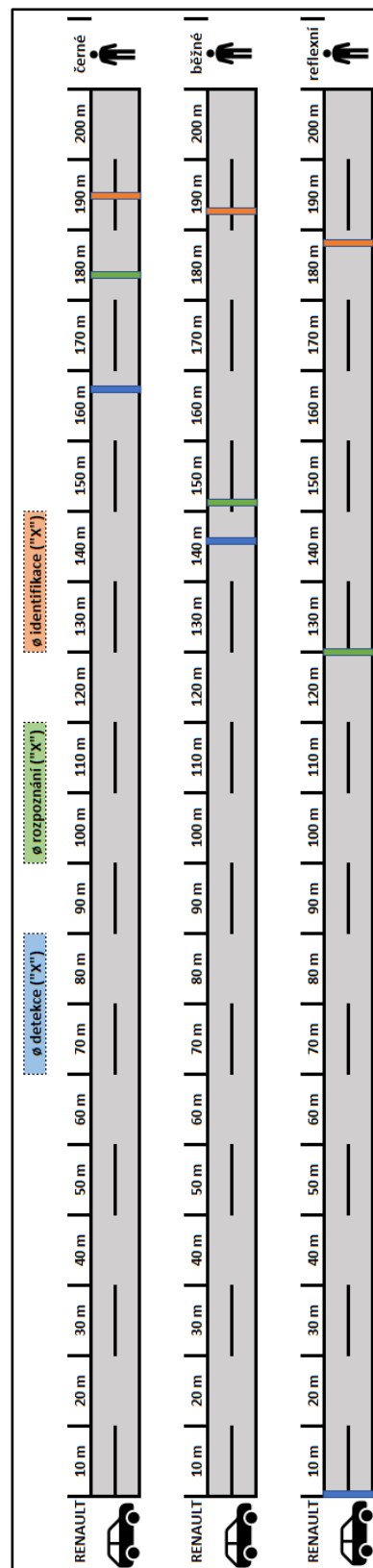
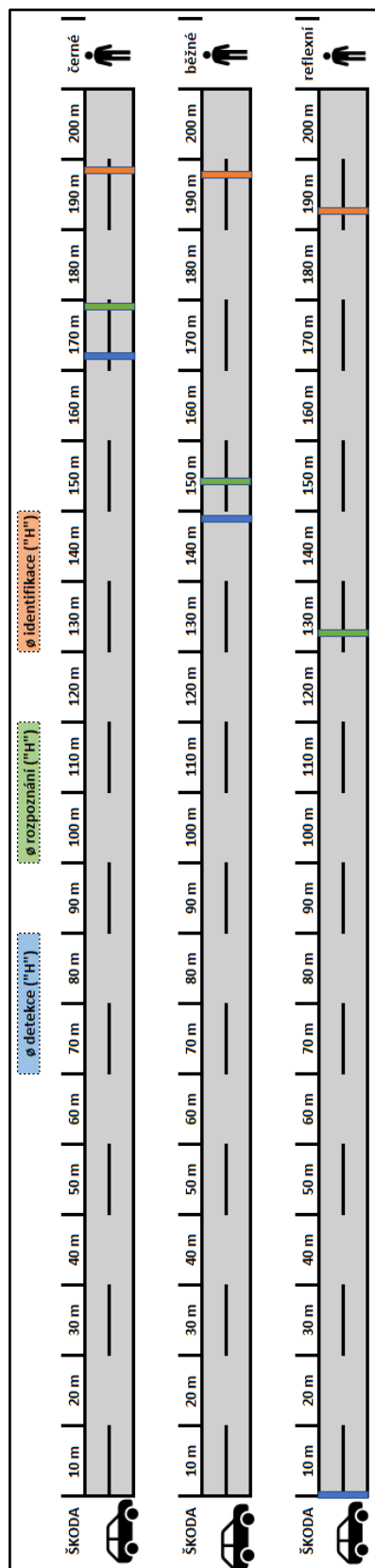


Obr. č. 1 - Halogenový světlomet vozidla Škoda Octavia



Obr. č. 2 - Xenonový světlomet vozidla Renault Megane Scenic

Příloha č. 2: Znázornění průměrných vzdáleností, ve kterých byli figuranti v různých barvách oblečení řidiči detekováni, rozpoznáni a identifikováni - halogenové světlomety (vlevo), xenonové světlomety (vpravo)



Příloha č. 3: Naměřené hodnoty intenzity osvětlení ve 4 oblastech těla figuranta ve vzdálenostech 10 až 200 m

Tab. č. 1 - Výsledky měření I - halogenové světlomety

Vzdálenost od vozidla Škoda (m)	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
Intenzita osvětlení (lx)										
rameno	4,15	1,72	0,86	0,49	0,44	0,35	0,24	0,17	0,15	0,13
pas	5,60	2,24	1,15	1,06	0,97	0,52	0,47	0,22	0,17	0,14
koleno	124,00	13,75	2,86	1,95	1,43	0,95	0,61	0,28	0,19	0,17
kotník	221,00	76,40	23,00	7,64	2,65	1,17	0,64	0,39	0,26	0,22

Vzdálenost od vozidla Škoda (m)	110 m	120 m	130 m	140 m	150 m	160 m	170 m	180 m	190 m	200 m
Intenzita osvětlení (lx)										
rameno	0,12	0,09	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
pas	0,14	0,12	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
koleno	0,16	0,13	0,07	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01
kotník	0,19	0,15	0,09	0,07	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

Tab. č. 2 - Výsledky měření II - xenonové světlomety

Vzdálenost od vozidla Renault (m)	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
Intenzita osvětlení (lx)										
rameno	4,55	2,45	0,94	0,91	0,86	0,78	0,63	0,53	0,40	0,33
pas	7,52	3,52	1,21	1,17	1,12	0,84	0,77	0,65	0,45	0,39
koleno	243,00	86,30	26,20	7,32	3,18	2,25	1,12	0,74	0,64	0,56
kotník	145,00	26,70	14,10	2,35	1,73	0,95	0,89	0,70	0,58	0,52

Vzdálenost od vozidla Renault (m)	110 m	120 m	130 m	140 m	150 m	160 m	170 m	180 m	190 m	200 m
Intenzita osvětlení (lx)										
rameno	0,22	0,14	0,11	0,08	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
pas	0,35	0,27	0,15	0,11	0,06	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01
koleno	0,52	0,49	0,22	0,15	0,11	0,09	0,07	0,05	0,04	0,02
kotník	0,44	0,32	0,20	0,13	0,09	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01

Příloha č. 4: Vypočítané časy mezi jednotlivými fázemi při různých rychlostech u třech různě oblečených figurantů

Tab. č. 1 - Výsledky měření I - halogenové světlomety

Halogenové světlomety														
osoba v reflexním oblečení	osoba v běžném oblečení	80 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	9,00	9,00	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01
			rozpoznání	3,96	4,05	3,42	3,24	3,38	3,15	3,51	3,06	3,24	3,69	
			identifikace	0,90	0,77	0,63	0,81	0,90	0,86	0,63	0,72	0,54	0,86	
		90 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
			rozpoznání	3,52	3,60	3,04	2,88	3,00	2,80	3,12	2,72	2,88	3,28	
			identifikace	0,80	0,68	0,56	0,72	0,80	0,76	0,56	0,64	0,48	0,76	
		100 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	7,20	7,20	7,20	7,19	7,19	7,19	7,19	7,40	7,19	7,19	
			rozpoznání	3,17	3,24	2,74	2,59	2,70	2,52	2,81	2,66	2,59	2,95	
			identifikace	0,72	0,61	0,50	0,65	0,72	0,68	0,50	0,58	0,43	0,68	
	osoba v černém oblečení	80 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	2,88	2,79	2,66	2,70	2,88	2,57	2,70	2,66	2,79	2,66	
			rozpoznání	2,70	2,66	2,48	2,39	2,57	2,43	2,39	2,57	2,57	2,52	
			identifikace	0,54	0,59	0,54	0,63	0,50	0,54	0,36	0,68	0,63	0,81	
		90 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	2,56	2,48	2,36	2,40	2,56	2,28	2,40	2,36	2,48	2,36	
			rozpoznání	2,40	2,36	2,20	2,12	2,28	2,16	2,12	2,28	2,28	2,24	
			identifikace	0,48	0,52	0,48	0,56	0,44	0,48	0,32	0,60	0,56	0,72	
		100 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)	
			detekce	2,30	2,23	2,12	2,16	2,30	2,05	2,16	2,12	2,23	2,12	
			rozpoznání	2,16	2,12	1,98	1,91	2,05	1,94	1,91	2,05	2,05	2,01	
			identifikace	0,43	0,47	0,43	0,50	0,40	0,43	0,29	0,54	0,50	0,65	

Tab. č. 2 - Výsledky měření II - xenonové světlometry

Xenonové světlometry												
osoba v reflexním oblečení	80 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01	9,01
		rozpoznání	3,69	3,47	3,60	3,47	3,65	3,51	3,83	3,20	3,56	3,96
		identifikace	0,95	0,86	0,77	0,99	0,99	0,90	0,81	1,13	1,35	0,95
	90 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
		rozpoznání	3,28	3,08	3,20	3,08	3,24	3,12	3,40	2,84	3,16	3,52
		identifikace	0,84	0,76	0,68	0,88	0,88	0,80	0,72	1,00	1,20	0,84
	100 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19	7,19
		rozpoznání	2,95	2,77	2,88	2,77	2,91	2,81	3,06	2,55	2,84	3,17
		identifikace	0,76	0,68	0,61	0,79	0,79	0,72	0,65	0,90	1,08	0,76
osoba v běžném oblečení	80 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	2,97	3,06	2,75	2,66	2,97	3,06	2,79	2,88	2,79	3,02
		rozpoznání	2,75	2,70	2,57	2,57	2,61	2,79	2,48	2,61	2,70	2,75
		identifikace	0,81	0,86	0,68	0,77	0,81	0,90	0,63	0,63	0,68	0,81
	90 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	2,64	2,72	2,44	2,36	2,64	2,72	2,48	2,56	2,48	2,68
		rozpoznání	2,44	2,40	2,28	2,28	2,32	2,48	2,20	2,32	2,40	2,44
		identifikace	0,72	0,76	0,60	0,68	0,72	0,80	0,56	0,56	0,60	0,72
	100 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	2,37	2,45	2,19	2,12	2,37	2,45	2,23	2,30	2,23	2,41
		rozpoznání	2,19	2,16	2,05	2,05	2,09	2,23	1,98	2,09	2,16	2,19
		identifikace	0,65	0,68	0,54	0,61	0,65	0,72	0,50	0,50	0,54	0,65
osoba v černém oblečení	80 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	2,03	2,16	1,62	1,58	2,39	2,16	1,76	1,89	1,85	2,12
		rozpoznání	1,67	1,76	1,44	1,35	2,03	1,71	1,58	1,53	1,53	1,71
		identifikace	0,72	0,81	0,68	0,63	0,68	0,63	0,59	0,63	0,72	0,77
	90 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	1,80	1,92	1,44	1,40	2,12	1,92	1,56	1,68	1,64	1,69
		rozpoznání	1,48	1,56	1,28	1,20	1,80	1,52	1,40	1,36	1,36	1,37
		identifikace	0,64	0,72	0,60	0,56	0,60	0,56	0,52	0,56	0,64	0,61
	100 km/h	t	Ř1 (s)	Ř2 (s)	Ř3 (s)	Ř4 (s)	Ř5 (s)	Ř6 (s)	Ř7 (s)	Ř8 (s)	Ř9 (s)	Ř10 (s)
		detekce	1,62	1,73	1,29	1,26	1,91	1,73	1,40	1,51	1,47	1,69
		rozpoznání	1,33	1,40	1,15	1,08	1,62	1,37	1,26	1,22	1,22	1,37
		identifikace	0,58	0,65	0,54	0,50	0,54	0,50	0,47	0,50	0,58	0,61